



Marko Hämäläinen

Yliopiston rakennuksen poistumisturvallisuus ja sen kehittäminen

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten

Espoossa 09.03.2015

Valvoja: Professori Simo Hostikka

Ohjaaja: FM Tuomo Rinne

Tekijä Marko Hämäläinen

Työn nimi Yliopiston rakennuksen poistumisturvallisuus ja sen kehittäminen

Koulutusohjelma Rakenne- ja rakennustuotantotekniikka

Pää-/sivuaine Rakennetekniikka/Rakennusmateriaalit ja
rakennusfysiikka

Professuurikoodi Rak-43

Työn valvoja Professori Simo Hostikka

Työn ohjaaja(t) FM Tuomo Rinne, KK-Palokonsultti Oy

Päivämäärä 09.03.2015

Sivumäärä 83 + 51

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tämän diplomityön tavoitteena oli tuottaa uutta tieteellistä materiaalia kotimaisten rakennusten toiminnallisuudesta poistumistilanteesta sekä poistumisturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä ja hakea menetelmiä niiden kehittämiseksi. Poistumisharjoituksista on vain rajallinen määrä tieteellistä tutkimusaineistoa, joten työn ohessa haluttiin tuottaa uutta kotimaista tutkimustietoa poistumistilanteista jatkotutkimusten tarpeisiin.

Työ on rajattu käsittelemään simulointien ja kokeiden osalta tulipalosta johtuvia poistumisia. Tämä siksi että palosta johtuva evakuoiminen on ylivoimaisesti yleisin hätäpoistumistilanne ja sen simulointiin niin harjoitustilanteessa kuin tietokoneellakin on olemassa selkeät menetelmät. Poistumisturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä keskityttiin niihin joihin ihmisen toiminta vaikuttaa eniten, sillä valtaosa palo- ja vaaratilanteista aiheutuu, joko suoraan tai epäsuorasti, ihmisen toiminnasta.

Työ koostuu kirjallisuus- ja tutkimusosuuksista. Työn kirjallisuusosuus käsittelee poistumisen luonnetta ja erilaisten kiinteistöjen sekä toimintaympäristöjen erityisvaatimuksia poistumisen suhteen. Käytetty kirjallinen aineisto on valittu käsittelemään poistumistilanteita koskevaa kotimaista tutkimusta.

Tässä työssä esitetään kokeelliseen tutkimukseen perustuen tuloksia ja havaintoja kahdesta poistumisharjoituksesta. Harjoitukset toteutettiin kohdehenkilöille ennalta ilmoittamattomina, pyrkimyksenä saamaan poistumiskäyttäytyminen mahdollisimman todenmukaiseksi. Näin päästiin tarkastelemaan esimerkiksi ryhmäkäyttäytymistä ja reitinvalintaa. Työn tutkimusosuudessa tarkasteltiin lisäksi simuloimalla poistumistilannetta ja kriittisten olosuhteiden syntymistä. Simuloinnit toteutettiin FDS-ohjelmalla ja sen EVAC-lisäosalla.

Poistumisharjoitusten tulokset tukevat VTT:n julkaisemia tuloksia. Simuloinnin havaittiin olevan joustava työkalu vaaratilanteiden seurausten sekä ratkaisuehdotusten arvioimiselle. Simulaatioita ja poistumisharjoituksia tulisi hyödyntää nykyistä laajemmin kohdekohtaisessa poistumisturvallisuuden kehitystyössä ja toimenpiteiden kohdentamisessa.

Poistumisturvallisuuteen voidaan vaikuttaa kustannustehokkaasti monella menetelmällä. Vaadittavaa poistumisaikaa voidaan lyhentää tehostamalla ennakkotietoutta henkilökunnalle jaettavalla pelastussuunnitelman tiivistelmällä (turvaoppaalla) sekä vierailijoille jaettavalla vierailijan oppaalla. Poistuminen saadaan alkamaan haluttuun suuntaan nopeasti korvaamalla jokaisen luentosalin tietokoneen taustakuvan juuri sen salin poistumisopasteella. Palotarkastusten taajuutta voidaan harventaa omatoimisella auditoinnilla. Palkkiojärjestelmän käyttöön otto osana valvontaa sitouttaa henkilökuntaa parantamaan oman työympäristönsä turvallisuutta.

Avainsanat poistumisturvallisuus, poistumisharjoitus, simulointi, auditointi

Author Marko Hämäläinen

Title of thesis University buildings evacuation safety and its development

Degree programme Civil and Structural Engineering

Major/minor Structural Engineering / Building Materials
and Building Technology

Code of professorship Rak-43

Thesis supervisor Professor Simo Hostikka

Thesis advisor(s) M. Sc. Tuomo Rinne, KK-Palokonsultti Ltd.

Date 09.03.2015

Number of pages 83 + 51

Language Finnish

Abstract

Aim of this study was to produce new scientific material of domestic buildings functionality in evacuation as well as to find aspects affecting safe egress and methods to develop them. There is only a limited amount of scientific research data on evacuations, so the objective was to produce more domestic research data on egress for further research needs.

This thesis has been delimited on simulations and experiments to deal with evacuations resulting from fire. This is because evacuation resulting from fire is by far the most common egress situation and there is a clear methodology for evacuation drills and computer simulation. Of the factors affecting safe egress we have focused on those which are most affected by human action, as the vast majority of fires are caused, either directly or indirectly, by human activity.

The thesis consists of literature and research portions. The theory part deals with the nature of egress, and specific requirements of variety of buildings and operating environments with respect to evacuation. The written material used has been selected to handle domestic research on evacuation.

This thesis presents results and findings of an experimental study based on two evacuation drills. The exercises were carried out unannounced to the target people, with the aim to get egress behaviour as realistic as possible. Thus it was possible to examine, for example, group behaviour and route selection. The experimental part of the thesis consisted also of simulations of evacuation and the time in which critical conditions are reached. The simulations were carried out with FDS and its EVAC add-on.

The results of the evacuation drills support VTT's published results. Simulating was found to be a flexible tool for finding the consequences of incidents, as well as for the assessment of the proposed solutions. Simulations and evacuation drills should be used more extensively in the development of safe egress and for focusing site-specific measures.

Safe Egress can be influenced by many cost-effective methods. The required egress time can be shortened by enhancing peoples pre-knowledge by distributing a summary of the rescue plan (safety manual) to the staff and visitor guide to the visitors. Egress will start in the desired direction quickly if we replace each auditorium's computer's wallpaper with the egress schematic of just that auditorium. The frequency of fire inspection can be reduced with self auditing. Using a bonus system as part of self control of the building commits personnel to improve their own working environment safety.

Keywords evacuation drill, safe egress, simulation, auditing

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	iii
Määritelmiä.....	iv
1 Johdanto.....	1
2 Rakennusturvallisuus	3
2.1 Poistuminen	4
2.1.1 Koulurakennus	8
2.1.2 Ostoskeskus/tavaratalo	8
2.1.3 Toimistorakennus.....	9
2.1.4 Teatteri/elokuvateatteri.....	10
3 Poistumisturvallisuuteen vaikuttavat tekijät.....	11
3.1 Ympäristö	12
3.1.1 Toimintaympäristö	12
3.1.2 Lähiympäristö	14
3.1.3 Pelastustoimen alue.....	15
3.2 Varautuminen	16
3.2.1 Pelastussuunnitelma	16
3.2.2 Muut varautumistoimet	18
3.2.3 Turvallisuuskulttuuri.....	19
3.2.4 Suojeluorganisaatio	20
3.3 Esivaihe	21
3.4 Reagointivaihe	22
3.5 Siirtymävaihe	25
3.6 Omatoiminen valvonta ja palautesilmukka	27
4 Poistumisharjoitukset	32
4.1 Kirjallisuuskatsaus Suomessa tehtyihin dokumentoituihin poistumisharjoituksiin..	32
4.2 Poistumisharjoitus 1 (Rakentajanaukio 4, syksy 2012)	34
4.2.1 Tausta	34
4.2.2 Suoritus.....	35
4.2.3 Tulokset.....	36
4.3 Poistumisharjoitus 2 (Miestentie 3, kevät 2013)	41
4.3.1 Tausta	42
4.3.2 Suoritus.....	42
4.3.3 Tulokset.....	44

4.4 Poistumistilanteet (Rakentajanaukio 4, 2012 / 2013)	47
5 Palo- ja poistumissimuloinnit (Rakentajanaukio 4)	49
5.1 Kopiohuoneen palosimulointi	49
5.1.1 Tausta	49
5.1.2 Menetelmän kuvaus	50
5.1.3 Laskentamallin kuvaus	51
5.1.4 Tulokset	55
5.2 Pääaulatilojen poistumissimulointi	64
5.2.1 Tausta	64
5.2.2 Menetelmän kuvaus	65
5.2.3 Laskentamallin kuvaus	65
5.2.4 Tulokset	67
6 Päätelemät ja yhteenveto	69
Lähteet	74
Liitteet	
Liite 1 Turvaopas, Rakentajanaukio 4	21 s
Liite 2 Poistumiskaaviot, Rakentajanaukio 4	5 s
Liite 3 Poistumisharjoitus suunnitelma, Rakentajanaukio 4	5 s
Liite 4 Kysely tutkimuksen viesti, Rakentajanaukio 4	1 s
Liite 5 Pohjakuvat, Miestentie 3	7 s
Liite 6 Palosimuloinnin esimerkki INPUT-tiedosto	9 s
Liite 7 Vierailijan turvallisuusohje, Rakentajanaukio 4	3 s

Alkusanat

Tämä tutkimus on tehty diplomi-insinööritutkinnon opinnäytetyönä Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulun rakennustekniikan laitoksella. Työn valvojana on toiminut paloturvallisuustekniikan professori Simo Hostikka ja työn ohjaajana on toiminut KK-Palokonsultti Oy:n vanhempi erikoissuunnittelija, soveltavan fysiikan FM Tuomo Rinne.

Haluan kiittää Tuomo Rinnettä asiantuntevasta ja kannustavasta ohjauksesta, jota olen saanut kautta koko tutkimusprojektin. Kiitokset myös Simo Hostikalle arvokkaista kehitysehdotuksista ja kritiikistä. Lisäksi haluan kiittää talonrakennustekniikan professoria Jari Puttosta alkuperäisestä diplomityön aiheen ideasta sekä DI Hannu Hirttä asiantuntevista kommentista ja kritiikistä tämän diplomityön kehitystyölle. Materiaalilainoista haluaisin kiittää VTT:n paloturvallisuustutkimusryhmää (kamerat), AreSys Oy:tä (ilmaisintesteri) sekä Aalto-yliopiston työsuojelupäällikköä Lasse Walliusta (savukone). Suuret kiitokset myös R- ja A-talon virastomestareille Jari Savukoskelle, Jonne Korkeilalle, Mira Bartholdille ja Irina Rigoselle yhteistyöstä, joka on auttanut merkittävästi tämän työn toteutuksessa.

Haluan kiittää myös perhettäni loputtomasta tuesta, jota olen saanut koko opiskelu-urani ajan. Ilman teitä en olisi päässyt näin pitkälle.

Vantaalla 09.03.2015

Marko Hämäläinen

Määritelmiä

<i>Alkusammutuskalusto</i>	Palonalkujen sammutusvälineistö, joka on kenen tahansa käytettävissä. Esimerkiksi pikapaloposti, käsisammutin ja sammutuspeite.
<i>Auditointi</i>	Määrämuotoinen ja objektiivinen arviointi sen havaitsemiseksi, onko auditoinnin kohteelle asetetut vaatimukset täytetty.
<i>Automaattinen paloilmoitin</i>	Laitteisto, joka automaattisesti ja välittömästi ilmoittaa alkavasta palosta. Paloilmoitin antaa myös ilmoituksen sen toimintavarmuutta vaarantavista vioista.
<i>Avunsaantiaika</i>	Avunsaantiaika alkaa siitä, kun hätäkeskuksessa vastataan hätäilmoitukseen ja päättyy siihen, kun tehokas pelastustoiminta alkaa.
<i>Evakuointi</i>	Siinä missä poistuminen voi olla yksilön päätös välttää vaaratilanne, evakuoiminen on koko kohteen laajuinen organisoitu tyhjentäminen.
<i>Paloteho</i>	Vapautuva kokonaislämpömäärä, kun tarkasteltava aine palaa täydellisesti. Siihen voidaan lukea niin irtaimisto kuin kantavat, runkoa jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat.
<i>Palotehon tiheys</i>	ilmaistaan kilowatteina palavan aineen neliömetriä kohden [kW/m^2].
<i>Palo-osasto</i>	Rakennuksen osa, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivin rakennusosin tai muulla tehokkaalla tavalla.
<i>Palovaroitin</i>	Laite, joka havaitsee alkavan palon ja hälyttää paikallaolijat.
<i>Pelastustie</i>	Ajotie tai muu ajoyhteys, jota käyttäen hälytysajoneuvot pääsevät palon sattuessa tai muussa hätätilanteessa riittävän lähelle rakennusta ja sammutusveden ottopaikkoja.
<i>Poistuminen</i>	Poistuminen voi tapahtua monesta syystä, kuten työajan päätyttyä tai lounaalle lähdetessä. Tässä työssä poistumisella tarkoitetaan kuitenkin kriittisten olosuhteiden sanelemaa hätäpoistumista.
<i>Poistumisalue</i>	Poistumisen järjestämisen kannalta yhtenäinen ja tarkoituksenmukainen rakennuksen osa. Poistumisalue on usein samalla myös palo-osasto.
<i>Poistumisopasteet</i>	Poistumisopasteella tarkoitetaan erityistä kilpeä, jota käytetään uloskäytävän sijainnin ja poistumiseen käytettävän kulkureitin osoittamiseen. Poistumisopasteiden on oltava aina valaistuja.
<i>Rakennusturvallisuus</i>	Rakennusturvallisuus on jaettavissa kolmeen pääalueeseen: rakenneturvallisuus, käyttöturvallisuus ja paloturvallisuus. Poistumisturvallisuus on osa paloturvallisuutta.
<i>Rakennuspalo</i>	Onnettomuustyyppi, jossa palo, itsestään sammunut palo, alkusammutettu palo tai sammutusjärjestelmän sammuttama

	palo on levinnyt syttymiskohdastaan muuhun irtaimistoon tai rakennuksen rakenteisiin.
<i>Rakennuspalovaara</i>	Onnettomuustyyppi, jossa palosta/kärähdyksestä olisi ollut mahdollista kehittyä mittavampi rakennuspallo, mutta joka jostain syystä ei ole levinnyt syttymiskohdasta (esine, hormi, kone/laite, kattila) rakennuksen rakenteisiin tai irtaimistoon. Palokuolema tai vakava loukkaantuminen ei vaikuta onnettomuustyyppiin. Myös rakennuspalovaarassa voi tapahtua palokuolema tai vakava loukkaantuminen.
<i>Syttymistaajuustiheys, f_m''</i>	Rakennuspalojen lukumäärä vuodessa tarkasteltavien rakennusten yhteenlaskettua kerrosalaa kohden [$1/m^2a$].
<i>Tilaohjelma</i>	laaditaan osana hankesuunnittelua. Tilaohjelma käsittää suunnitelman kohteen tiloista, niiden koosta ja käyttötarkoituksesta sekä vaadittavista yhteyksistä ja uloskäynneistä.
<i>Toimintavalmiusaika</i>	Toimintavalmiusaikoja on kahdenlaisia. Hätäkeskuksen toimintavalmiusaika eli hälytysaika on se aika, joka hätäkeskukselta kuluu tarvittavan avun hälyttämiseen hätäilmoituksesta. Pelastustoiminnan toimintavalmiusaika alkaa siitä, kun ensimmäinen yksikkö on vastaanottanut hälytyksen ja päättyy siihen, kun pelastusryhmä aloittaa tehokkaan pelastustoiminnan.
<i>Uloskäytävä</i>	Poistumisalueelta suoraan ulos johtava ovi taikka rakennuksessa tai sen ulkopuolella oleva tila, jonka kautta turvallinen poistuminen on palon sattuessa mahdollista maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle.
<i>Varatie</i>	Uloskäytävää vaikeakulkuisempi reitti, jota pitkin on mahdollisuus päästä turvaan palolta.

1 Johdanto

Rakennuksen palo- ja poistumisturvallisuuden varmistaminen alkaa jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Rakenteet mitoitetaan siten, että ne kestävät onnettomuuksien aiheuttamat kuormitukset. Tilaohjelmaan varataan käytäville, portaikoille ja uloskäynneille riittävät leveydet oletettavaan poistujien määrään nähden. Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä laaditaan pelastussuunnitelma, jonka pohjalta ohjataan rakennuksen suojeleorganisaatiota ja toimintaa poistumistilanteissa. Tähän mennessä kuitenkin ainoa käytännöllinen tapa todeta rakennuksen poistumisturvallisuus on ollut järjestää poistumisharjoituksia.

Poistumisharjoituksista on vain rajallinen määrä tieteellistä tutkimusaineistoa, mikä osaltaan hidastaa toiminnallisen suunnittelun yleistymistä sekä siinä vaadittujen ohjelmien kehitystyötä. Etenkin ennalta ilmoittamattomien poistumistilanteiden, joissa ihmiset käyttäytyvät mahdollisimman todenmukaisesti, aineisto on harvinaista. Ihmisen, niin yksilönä kuin ryhmässä, käyttäytymisen ennustaminen ja sen simulointi on jo sellaisenaan vaikeaa, mutta ilman laadukasta tutkimusdataa mahdotonta. Suomessa VTT:n paloturvallisuustutkimusryhmä on tehnyt jo vuosia tutkimusta aiheesta sekä kehitystyötä simulointi ohjelmistojen parissa. Valtaosa heidän käytettävissä olevasta materiaalista käsittelee poistumisharjoituksia, jotka ovat kuitenkin olleet ennalta ilmoitettuja.

Paloa ja varsinkin poistumista simuloivia ohjelmia laadittaessa on lähde- ja vertailuaineistona ollut käytössä lähinnä ulkomaisia tutkimuksia. Kotimaisen materiaalin vähyys johtaa epäilykseen ohjelmien täydestä soveltuvuudesta Suomalaiseen suunnittelunormistoon. Ihmisten koko, kunto, ja käytös eroavat maittain toisistaan. Tämän lisäksi esimerkiksi kierreporras katsotaan Suomessa poistumisreitiksi, mikä on muissa länsimaissa harvinaista. Näiden epävarmuuksien ja puutteiden korjaamiseksi tarvitsemme lisää tutkimusaineistoa kotimaisista todellisista tai todellisia vastaavista poistumistilanteista.

Aalto-yliopistossa on jatkuvasti ajankohtaista järjestää poistumisharjoituksia osana henkilökunnan turvallisuuskoulutusta. Rakennustekniikan laitoksen varajohtaja professori Jari Puttonen näki tässä harvinaisen mahdollisuuden tutkimusmateriaalin keräämiselle ja opinnäytteiden tekemiselle. Samalla saadaan edelleen kehitettyä yksittäisten kohteiden toimintamalleja niille toimivammiksi sekä löydetään riskikartoituksen kannalta niin sopivat kuin sopimattomatkin poistumisturvallisuuteen vaikuttavat seikat.

Työn tavoitteena on tuottaa uutta tieteellistä materiaalia kotimaisten yliopistorakennusten toiminnallisuudesta poistumistilanteesta sekä poistumisturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä ja hakea menetelmiä niiden kehittämiseksi. Tuloksilla parannetaan tutkimuskohteina olleiden rakennusten poistumisturvallisuutta sekä laaditaan lista riskitarkastelun kannalta keskeisistä ongelmakohdista ja yliopistoon sopivista kehitysehdotuksista. Osa kehitysehdotuksista toteutetaan jo työn kuluessa ja niistä pyritään saamaan kokemuksia ja palautetta. Samalla kehitetään kohteisiin omatoimista valvontaa edistäviä työkaluja, joiden tavoitteena on tehdä ongelmien hallinnasta organisaatiota kuormittamaton automaatio.

Työ on rajattu käsittelemään simulointien ja kokeiden osalta tulipalosta johtuvia poistumisia. Tämä siksi että palosta johtuva evakuoiminen on ylivoimaisesti yleisin hätäpoistumistilanne ja sen simulointiin niin harjoitustilanteessa kuin tietokoneellakin on olemassa selkeät menetelmät. Tutkimuskohteiksi on valittu rakennukset, jotka on suunniteltu, rakennettu ja

palotarkastuksin todettu turvallisiksi. Ensimmäinen kohde on Rakennus- ja ympäristötekniikan laitosten rakennus Rakentajanaukio 4:ssä (R-talo) ja toinen arkkitehtuurin laitoksen rakennus Miestentie 3:ssa (A-talo). Kumpikin rakennus on opetus ja toimistokäytössä. R-talossa on näiden lisäksi myös tutkimustoimintaa. Poistumisturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä keskitytään niihin, joihin ihmisen toiminta vaikuttaa eniten. Tällaisia tekijöitä ovat pelastussuunnitelma, suojeleorganisaatio, turvallisuuskulttuuri ja yksilön käyttäytyminen eri tilanteissa. Näihin tekijöihin vaikuttamalla saadaan suurin hyöty niin palo- kuin poistumisturvallisuudessakin, koska valtaosa palo- ja vaaratilanteista aiheutuu, joko suoraan tai epäsuorasti, ihmisen toiminnasta.

Työ koostuu kirjallisuus- ja tutkimusosuuksista ja sen päättää näistä johdetut päätelmät. Työn kirjallisuusosuus käsittelee poistumisen luonnetta ja erilaisten kiinteistöjen sekä toimintaympäristöjen erityisvaatimuksia poistumisen suhteen. Se myös avaa poistumisturvallisuuteen vaikuttavia eri tekijöitä sekä niiden merkitystä yliopiston rakennuksissa. Käytetty kirjallinen aineisto on valittu käsittelemään poistumistilanteita koskevaa kotimaista tutkimusta. Työn tutkimusosuudessa käytetään tuloksia kahdesta poistumisharjoituksesta, jotka on järjestetty eri kohteissa Aalto-yliopiston Otaniemen kampuksella, sekä yhden tutkimuskohteen simuloinneista ja oikeista poistumistilanteista. Tutkimuksessa on hyödynnetty diplomityöprojektin yhteydessä toteutettuja projekti- ja erikoistöitä. Työn päättävään päätelmät osioon on kerätty kaikki keskeisimmät tulokset, kehitysehdotukset sekä jatkotutkimustarve.

2 Rakennusturvallisuus

Rakennusturvallisuus lähtee suunnitteluvaiheen mitoituksista ja valinnoista. Se on jaettavissa kolmeen pääalueeseen: rakenneturvallisuus, käyttöturvallisuus ja paloturvallisuus. Rakenneturvallisuuden osalta yleiseurooppalainen Eurokoodi vastaa suunnittelu ja mitoitus määräyksistä kaikille käytössä oleville materiaaleille (betoni, teräs, puu ja komposiitit). Näin varmistetaan siitä, että kaikki rakennuksen rakenteet kestävät niille määritellyt kuormitukset (pysyvät, muuttuvat sekä onnettomuuskuormat) koko rakennuksen elinkaaren.

Rakennuksen käyttöturvallisuudesta määrätään Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa F2 (viitataan jatkossa nimellä SRMK F2), minkä olennainen vaatimus sanoo, että ”kohde on suunniteltava, rakennettava ja varustettava siten, ettei sen käyttöön, huoltoon tai ylläpitoon liity sellaista tapaturman, onnettomuuden tai vahingoittumisen vaaraa, jota ei voida pitää hyväksyttävänä”. SRMK F2 arvioi vaaran hyväksyttävyyden perustuen kohteen tavanomaiseen tai normaalisti ennakoitavaan käyttöön. Tällaiseen käyttöön ei kuulu käyttäjien tietoinen tai tahallinen riskinotto. Käyttöturvallisuus jaetaan kolmeen suureen riskiryhmään:

1. kaatumiset, liukastumiset ja putoamiset; liikkuvan käyttäjän törmäys tai puristumisriskit sekä liikkuvan kohteen tai siitä irtoavien osien aiheuttamat iskut, leikkaamiset ja likistämiset;
2. palo-, sähkö- tai räjähdystapaturmat;
3. ajoneuvon liikkumisesta aiheutuvat onnettomuudet rakennuksissa ja rakennuspaikoilla.

SRMK F2 antaa määräyksiä portaiden, luiskien, tasanteiden, kaiteiden ja käsijohteiden mitoista putoamisen ja harhaanastumisen estämiseksi. Määräykset muiden turvallisuusriskien vähentämiseksi kattavat mm. valaistuksen, lattiapinnat sekä ovet ja portit. SRMK F2 käsittelee myös ohjeistuksen kokoontumistilojen ja huollon turvallisuuden järjestämisestä.

Paloturvallisuuden määräykset on osin hajautettu eri lähteisiin. Rakenteiden kestävyyttä palotilanteessa käsitellään kunkin materiaalin Eurokoodissa ja poistumisen sallittuja olosuhderaja-arvoja on listattu mm. Suomen rakennusinsinöörien liiton teoksessa RIL 221–2003. Tärkeimmät määräykset ovat kuitenkin Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa E1 ”Rakennusten paloturvallisuus” (viitataan jatkossa nimellä SRMK E1). SRMK E1:n olennainen vaatimus paloturvallisuuden kannalta tarkoittaa, että

- rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan;
- palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua;
- palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa;
- rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin;
- pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.

SRMK E1 paloluokittelee rakennukset, rakennusosat sekä rakennusmateriaalit. Jokainen rakennus saa sen käyttötarkoituksen, laajuuden ja suojaustason mukaisen paloluokan. Tämän pohjalta määräytyvät rakennusosien ja sallittujen rakennusmateriaalien paloluokat. Poistumisturvallisuus huomioidaan olennaisen vaatimuksen neljännessä kohdassa ja määräyksiä tämän tukemiseksi annetaan niin uloskäytävien mitoille ja etäisyyksille kuin

poistumisreittien merkinnöille. SRMK E1:n määräykset muodostavat taulukkomuotoisen suunnittelutyökalun, joka määrittää kohteen paloturvallisuuden reunaehdot. Jos taulukkomitoitus ei jossakin kohteessa riitä, tulee SRMK E1:n olennaiset vaatimukset osoittaa täytetyiksi kohdekohtaisella toiminnallisella mitoituksella.

Rakennuksen turvallisuuteen voidaan vaikuttaa niin passiivisilla kuin aktiivisilla keinoilla. Oikein suunnitellussa kohteessa lähdetään rakentamaan kokonaisvaltaista turvallisuutta ennalta varautumalla kieltojen ja estojen kautta. Kielletään riskiä aiheuttava toiminta tilakohtaisesti tai estetään vaaratilanteiden syntyminen/laajeneminen käyttötapaosastoinnilla. Jos toimintaa ei voida jostain syystä kieltää tai osastoida hidastetaan vaaran kehitystä esimerkiksi materiaalivalinnoilla. Jos vaaratilanne pääsee syntymään, on meillä kolme tapaa reagoida siihen: eliminointi, suojautuminen ja pakeneminen. Esimerkiksi tulipalon tapauksessa eliminoidaan palava kohde joko itsenäisesti käsisammuttimella tai automaattisesti sprinklerijärjestelmällä. Jos eliminointi ei onnistu, jää meille jäljelle joko suojautuminen sisälle tai pakeneminen rakennuksesta.

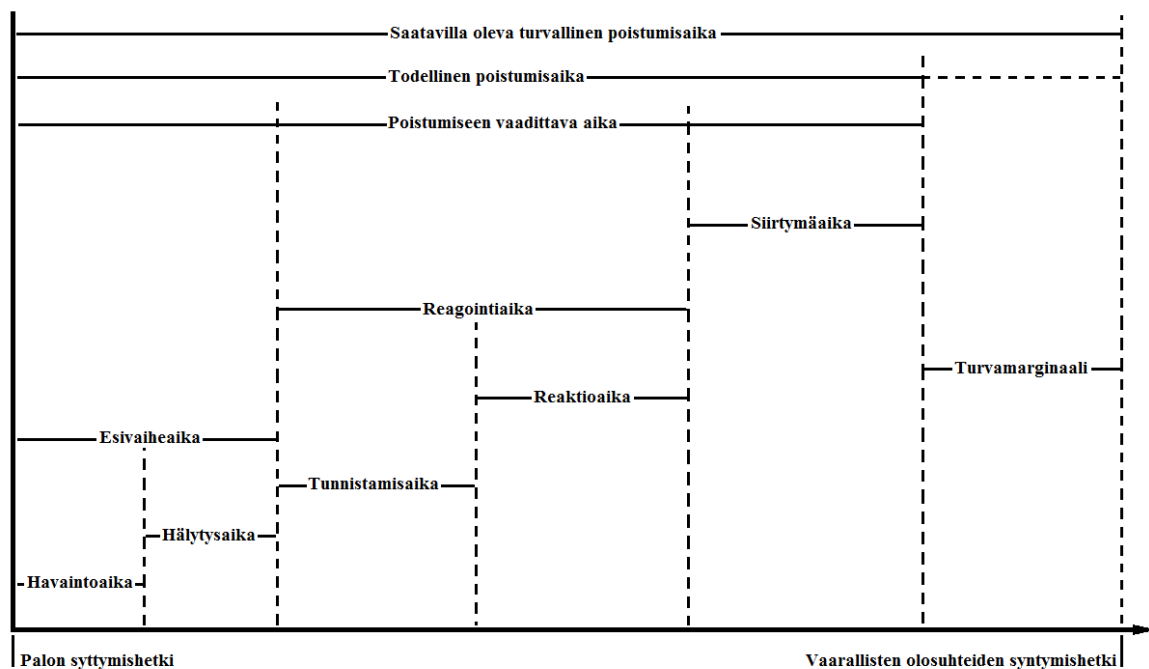
2.1 Poistuminen

Tarve evakuoida rakennus voi syntyä monista tekijöistä. Hätäpoistumisen voi laukaista niin vesivahinko, kaasuvuoto, tulipalo, pommiuhka kuin väkivaltainen henkilökkin. Tilanteet eroavat toisistaan uhan havainnoinnin, välittömyyden, seurausten ja ensitoimien osalta. Vesivahinko ja kaasuvuoto voivat olla seurauksiltaan vähäpätöisiä ja välitöntä vaaraa ei välttämättä ole, mutta ne johtavat silti joissain tilanteissa rakennuksen tyhjentämiseen. Pommiuhan tilanteessa usein yksittäinen henkilö vastaanottaa uhkauksen. Vaaran välittömyydestä tai seurauksista ei ole selkeää kuvaa, mutta toiminta ohjeet tilanteessa ovat kuitenkin selkeät. Tulipalo on yleisin poistumisen syistä. Vaaran välittömyys ja seuraukset ovat riippuvaisia palavasta kohteesta sekä havaitsijoiden ensitoimista. Väkivaltaisen henkilön aiheuttamat vakavat vaaratilanteet ovat valitettavasti yleistyneet myös Suomessa siinä määrin, että tämäkin uhka on otettava suunnitelmissa huomioon. Tällainen ”aktiivinen vaara” luo dilemman poistumisen ja sisälle suojautumisen välille. Päätös poistumisesta tuleekin tällöin tehdä tilannekohtaisesti ja viranomaisten ohjeistamana, jos mahdollista.

Oli poistumisen syy mikä tahansa, prosessina poistuminen tapahtuu aina saman kaavan mukaisesti. Yksikään poistuminen ei kuitenkaan ole samanlainen, sillä tilanteeseen tuovat variaatiota muun muassa rakennuksen tilasuunnittelu ja geometria, käytettävä tekniikka, käyttäjän omatoiminen varautuminen sekä itse poistuvat ihmiset. Turvallinen poistuminen on monen tekijän summa, jossa yhdenkin osatekijän heikkous voi vaarantaa kokonaisuuden.

Poistuminen on vaiheittainen prosessi, johon kuuluvat esivaihe, reagointivaihe ja siirtymisvaihe (kuva 1). Eri vaiheet eivät kuitenkaan ole tiukasti määriteltyjä, sillä esimerkiksi esi- ja reagointivaihe voivat sisältää siirtymistä (tutkintaa, alkusammutusta, yms.). Ihmisjoukossa eri vaiheiden pituudet vaihtelevat suuresti, joten esimerkiksi simulointikäytössä käytetään tilastollisia jakaumia kuvaamaan prosessia. [9]

Poistumisen tärkein rajoittavatekijä on aika ja jokaista poistumisen vaihetta mittaa oma aikamääreensä. Vaiheajoista koostuvat suuremmat aikatekijät kuten ”poistumiseen vaadittava aika” (RSET, ”Required Safe Egress Time”), ”käytävissä oleva turvallinen poistumisaika” (ASET, ”Available Safe Egress Time”) sekä ”todellinen poistumisaika” (TET, ”Total Evacuation Time”). Näillä aikatekijöillä voidaan laskennallisesti asettaa rakennukselle poistumisajan ääriarvot sekä oletettavissa oleva poistumisaika. [1]



Kuva 1 Evakuointiprosessin aikajana (mukaillen suomennettu [16])

Esivaihe käsittää havainto- ja hälytysvaiheet. Havaintovaihe alkaa tulipalon syttymisestä ja jatkuu kunnes joku tai jokin havaitsee vaaran. Tätä seuraava hälytysvaihe alkaa havainnoinnista ja päättyy hälytyksen antamiseen. Näiden vaiheiden aiheuttamaan aikaviiveeseen voidaan vaikuttaa parhaiten teknisillä ratkaisuilla. Useimmissa rakennuksissa on nykyään, kuten myös yliopiston rakennuksissa, käytössä automaattiset ilmaisin-/ilmoitusjärjestelmät. Kun havainnointi ja hälyttäminen poistetaan ihmisen vastuulta päästään poistumisprosessissa nopeammin reagointivaiheeseen. [1,9]

Reagointivaihe koostuu kahdesta vaiheesta, tunnistamisesta ja reaktiosta. Tunnistamisvaiheessa ihminen hyväksyy annetun hälytyksen merkiksi vaarasta. Joissain kohteissa tähän vaiheeseen saattaa kulua tarpeettomasti aikaa, kun henkilö ei suoraan voi havainnoida vaaranlähdetä tai palohälyttimien ääntä ei mielletä hälytyksääneksi. Reaktiovaiheessa ihminen päättää tilanteen mukaisesta toiminnasta ja aloittaa sen esivalmistelut. Reaktiota hidastavat epävarmuus tilanteen luonteesta, etäisyys vaaran lähteestä, henkilön fyysinen ja henkinen tila sekä yksilön turvallisuuskoulutuksen taso. [1]

Siirtymävaiheessa ihminen lähtee liikkeelle ja poistuu rakennuksesta. Tämä vaihe päättyy vasta, kun henkilö on turvassa poistumisen aiheuttamalta vaaralta kokoontumispaikalla. Siirtymävaiheeseen voi kuulua kävelyä niin suoralla kuin kaltevallakin pinnalla, virtausta sekä jonottamista. Kävely käsittää liikkumisen esteettömässä tilassa lähtöpaikalta poistumisovelle. Virtausta tapahtuu ahtaissa tiloissa, poistumisovilla tai kun poistumisreitillä on esteitä. Kun eri alueilta poistuvat ihmismassat yhdistyvät esimerkiksi poistumisovilla, alkaa luonnollinen jononmuodostus, joka voi johtaa jonottamiseen, jos esteen läpi virtaava ihmismäärä on esteelle saapuvaa ihmismäärää pienempi. [1]

Siirtymävaiheen aikaa voidaan tarkastella laskennallisesti kahdella eritavalla. Siirtymäajan voidaan katsoa koostuvan kävelyaajasta, joka käsittää yksilöltä vaaditun ajan kulkea lähtöpisteestä turvalliselle alueelle tai pois rakennuksesta, jononmuodostusajasta, joka käsittää

ajan hälytyksestä siihen kun jonoja alkaa muodostua poistumisoville, sekä virtausajasta, joka käsittää ajan joka henkilöiltä kuluu kulkea tietyn poistumisoven lävitse. Vaihtoehtoisesti voidaan siirtymäajassa jononmuodostusaika ja virtausaika korvataan jonotusajalla, joka käsittää odotusajan poistumisovella ennen kuin henkilö pääsee poistumaan rakennuksesta tai siirtymään turvalliselle alueelle.

”Poistumiseen vaadittava aika” t_R [s] asettaa yksilölle tai joukolle poistumisajan minimiarvon, joka voidaan käsittää tavoiteaikana sille, että rakennus tai sen vaarallinen osa on täysin tyhjentynyt. Aikatekijä t_R ottaa huomioon reagoitivaiheen psykologiset tekijät osana kokonaisuutta. Aikatekijän laskentakaava pitää sisällään esivaiheen havaintoajan t_{de} [s] ja hälytysajan t_a [s], reagoitivaiheen tunnistamisajan t_{rc} [s] ja reaktioajan t_r [s] sekä siirtymäajan t_t [s]. Varioimalla poistumiseen vaadittavan ajan parametreja, voidaan yksittäiselle tilanteelle tehdä herkkyysanalyysijä ja hakea ratkaisumalleja. [1]

$$t_R = t_{de} + t_a + t_{rc} + t_r + t_t \quad (1)$$

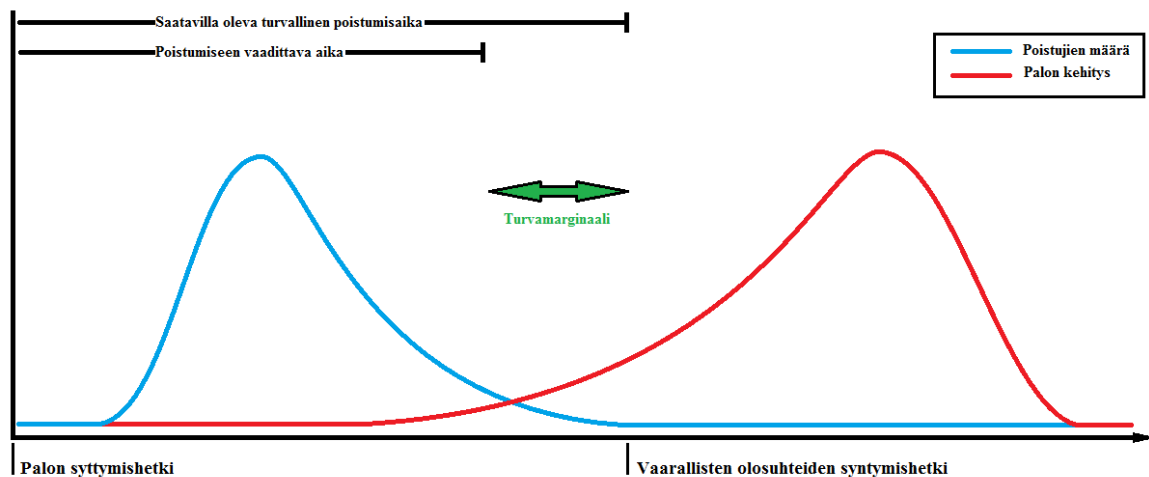
”Käytettävissä oleva turvallinen poistumisaika” t_A [s] määrittää maksimiajan, jonka puitteissa henkilön on poistuttava vaarallisesta tilasta, eli ajan palon syttymisestä myrkyllisten ja/tai sietämättömien olosuhteiden raja-arvoon eli siihen kun tilaan on muodostunut kestäättömät ympäristöolosuhteet.

Näiden aikatekijöiden avulla otetaan käyttöön turvamarginaali t_{ma} [s], joka on aika poistumiseen vaadittavan ajan ja vaarallisten olosuhteiden syntymisen välillä. Vaarallisten olosuhteiden raja-arvon määrittäminen käsinlaskennalla on hyvin vaikeaa ja se vaatii usein tulipalon simuloimista tietokoneavusteisesti, jotta kaikki rajoittavat tekijät saadaan huomioitua. Suomen rakennusinsinöörien liiton teoksessa RIL 221–2003 [18] listataan raja-arvot näkyvyydelle, kuumen savukerroksen paksuudelle, lämpösäteilylle, lämpötilalle ja myrkyllisten kaasujen pitoisuudelle. Käytössä on myös ISO-standardi 13571:2012 (Life-threatening components of fire — Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires), jota voidaan myös soveltaa. Näiden lisäksi raja-arvoja on määritetty uudessa pohjoismaisessa standardissa INSTA 950 (Fire Safety Engineering – Comparative method to verify fire safety design in buildings).

$$t_{ma} = t_A - t_R \quad (2)$$

Turvamarginaalista johdetaan ”turvaindeksi” (SI, ”Safety Index”), jossa turvamarginaalin t_{ma} ja ”poistumiseen vaadittavan ajan” t_R välisestä suhteesta saadaan rakennuksen henkilöturvallisuutta kuvaava vertailuarvo. Turvaindeksi mahdollistaa monien poistumisturvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden variaatioiden vaikutusten vertailemisen yhden luvun avulla. Jos poistumistilanteelle on määriteltävissä vertailutaso, voidaan minkä tahansa suunnitteluvaihtoehdon toimivuutta arvioida vertailutason avulla. Tällöin on täytettävä ehto $SI_P \leq SI_B$, missä SI_P on suunnitteluvaihtoehdon turvaindeksi ja SI_B on vertailutason turvaindeksi. Vertailutaso asetetaan yleensä siten, että sen katsotaan täyttävän käytettävissä olevan normiston määräykset. Kasvavat turvaindeksin SI arvot tarkoittavat kasvavaa turvallisuuden tasoa, kun taas pienenevät SI arvot kasvattavat riskiä. [1]

$$SI = \frac{t_{ma}}{t_R} \quad (3)$$



Kuva 2 Turvamarginaalin asema poistujien ja palon kehityksen suhteen

Rakennuksen voidaan katsoa olevan turvallinen, kun ”poistumiseen vaadittava aika” on pienempi kuin ”käytettävissä oleva turvallinen poistumisaika” (kuva 2). Turvaindeksiä voidaan kasvattaa vaikuttamalla kumpaankin ääriarvoon. Voimme valita esimerkiksi materiaaleja ja osastoiteja siten, että vaarallisten olosuhteiden kriittinen aika kasvaa. Toisaalta voimme vaikuttaa teknisin ratkaisuin sekä ohjeistuksin ja koulutuksin itse poistumisprosessiin aina esivaiheesta siirtymävaiheeseen pienentäen poistumiseen vaadittavaa aikaa. [1]

Sekä ”poistumiseen vaadittava aika” että ”käytettävissä oleva turvallinen poistumisaika” ovat laskennallisia arvoja rakennuksen turvallisuuden arvioimiseksi. On kuitenkin tarpeellista määrittää aika, jossa kaikki rakennuksessa olijat voivat poistua turvallisesti. Termi ”todellinen poistumisaika” on määritetty arvioimaan aikaa, joka vaaditaan rakennuksen täydelliseen tyhjentämiseen. Toisin sanoen se on viimeisen poistujan siirtymäaika ylimmästä kerroksesta kauimmaiselle poistumisovelle. Kirjallisuudesta löytyvät käsinlaskentamallit ovat tälle aikamääreele hyvin karkeita ja kukin niistä painottaa laatijansa ajamaa näkökulmaa poistumiseen (ihmisvirta, rakennuksen geometrian vaikutus, poistujien psykologinen käyttäytyminen jne.). Ainoat keinot, joilla ”todelliseen poistumisaikaan” päästään oikeasti käsiksi, ovat poistumisharjoitukset ja tietokoneavusteinen simulointi. Simuloinnilla saadaan koestettua useita erilaisia skenaarioita, joiden tuloksista voidaan päätellä poistumisaika ja sen herkkyys eri tekijöille. Lopullisesti poistumisaajan näyttää vasta ennalta ilmoittamaton harjoitus tai oikea tulipalo, jolloin ihmiset joutuvat reagoimaan tilanteeseen todentuntuisesti. [1]

Rakennuksen tilaohjelma, toimintaympäristö, turvallisuuskulttuuri ja käyttäjät vaikuttavat kaikki sen poistumisturvallisuuteen. Jokaisella rakennustyyppillä on omat ennalta arvattavat luonteenpiirteensä, jotka vaikuttavat esimerkiksi simulointeihin valittaviin vaihe aikoihin. Esivaihe riippuu nykyrakennuksissa lähinnä tekniikan tasosta ja sen toimivuudesta, mutta reagointivaihe ja siirtymävaihe saavat variaatioita rakennuksen erityispiirteistä sekä ensisijaisista käyttäjistä. Siirtymävaiheen variaatio syntyy lähinnä käyttäjien iästä ja kunnosta, jotka vaikuttavat kävelynopeuteen. Suurimmat vaihtelut poistuttaessa aiheutuvat havainnoinnista ja reaktiosta, joihin vaikuttavat tilan geometria, hälytyksen laatu, henkilön vireystaso sekä rakennuksen tuttuus.

2.1.1 Koulurakennus

Koulu on toimintaympäristönä hyvin hierarkkinen, missä on luonnollinen johtajisto, opettajat. Opettajien auktoriteetin vaikutus kuitenkin heikkenee oppilaiden iän kasvaessa. Huomattavaa on myös se, että rakennus ja sen poistumisreitit ovat käyttäjille tuttuja. Rakennusten geometria on hyvin samankaltainen oppiasteesta huolimatta. Rakennuksissa on paljon sokkeloisia käytäviä, joita reunustavat luokkahuoneet. Useissa kouluissa naulakot sijaitsevat pääaulan asemesta luokkahuoneiden yhteydessä.

Hyvän vertailuarvon koulurakennuksen poistumiselle antaa VTT:n tutkimuksen [16] kohde F. Kohde on kolmikerroksinen peruskoulu, jota käy noin 500 oppilasta ja jonka kahdesta alimmasta kerroksesta on uloskäyntejä. Tutkitussa tapauksessa oli kyseessä todellinen, viallisen valokytimen aiheuttama, palohälytys. Hälytys annettiin rakennuksessa niin palohälyttimillä kuin manuaalisella kuulutuksella. Suurin osa oppilaista ja opettajista oli tunneilla hälytyksen alkaessa. Reagointiajan havaittiin jakautuvan aikavälille 6 – 76 s. Nopeimmin (6...20 s) hälytykseen reagoivat ne henkilöt jotka olivat kulkemassa käytävillä hälytyshetkellä. Yleisimmät reaktiot näiden keskuudessa olivat kävelysuunnan muuttaminen tai suuntaaminen poistumisovelle. Havaitut reagointiajat välillä 20...40 s olivat niillä oppilailla, jotka istuivat ja seurasivat toisten oppilaiden reaktioita ennen oman poistumispäätöksen tekemistä. Hitaimmat reagointiajat olivat niillä oppilailla, jotka jäivät odottamaan ystäviään, joiden kanssa halusivat poistua sekä yhdellä miehellä, joka viimeisteli keskeneräisen työnsä ennen poistumista. Valtaosa rakennuksesta oli tyhjentynyt kahdessa ja puolessa minuutissa, vaikka poistumisovien täyttä kapasiteettia ei käytettykään. Viimeiset rakennuksesta poistujat olivat henkilökuntaan kuuluvia ja koko rakennus oli tyhjennetty alle neljässä minuutissa. [16]

Varsinkin talvisaikaan reagointivaiheeseen kuuluu pukeutumisvaihe, joka yksinkertaisimmillaan sisältää ulkovaatteiden noutamisen ja pukemisen ennen ulos siirtymistä. VTT:n tutkimuksen [16] kohteissa J (ala-aste) ja Q (erityiskoulu) oppilaat joutuivat pukemaan sekä ulkovaatteet, että kengät ennen poistumista (oppilaat ovat yleisesti tunneilla ilman ulkokenkiä). Kenkien pukemiseen oppilailla meni 10...20 s ja ulkovaatteiden keräämiseen 2...5 s. Opettajat keräsivät ulkovaatteitaan 15...40 s. Ero opettajien ja oppilaiden välillä johtuu siitä, että oppilaat ovat harjaantuneet pukemaan ulkovaatteet välitunteja varten useita kertoja päivässä ja he tietävät tarkalleen missä heidän vaatteensa ovat, kun taas opettajat saattavat joutua hakemaan ulkovaatteensa kauempaa. [16]

2.1.2 Ostoskeskus/tavaratalo

Ostoskeskusten ja tavaratalojen tapauksessa päädytään usein vain yhden liikehuoneiston tyhjentämiseen. Monien liikkeiden perustilaohjelma on samankaltainen. Liikkeessä on muutama leveämpi pääkäytävä, joilta on pääsy hyllyjen välissä kulkeville kapeammille käytävillä. Suurin osa tilassa olevista henkilöistä on asiakkaita, joille kauppa voi olla ennestään tuttu tai täysin tuntematon. Asiakas on kuitenkin taipuvainen poistumaan liiketilasta sisäänkäsyn/kassojen kautta riippumatta liikkeen tuttuudesta. Monet asiakkaat ovat myös tilanteesta huolimatta päättäväisiä saattamaan ostoksensa päätökseen.

Taulukossa 1 on tiivistettynä tapahtumien kulku erään vaateliikkeen tulipalossa, joka on taltioitu myymälän turvakameroiden kuvista. Palo tapahtui iltopäivällä, kun myymälässä oli paikalla noin 20 – 30 asiakasta ja viisi henkilökunnan edustajaa. Suurin osa asiakkaista oli

tapahtumahetkellä myymälän etuosassa lähellä kassoja, mutta muutamia henkilöitä oli levittäytyneinä pitkin myymälää, joista muutamat kävivät ajoittain lähellä palopistettä.

Taulukko 1 Vaateliikkeen tulipalon kuvaus. [13]

Tapahtumien kulku vaateliikkeen tulipalossa.

Aika syttymisestä	Myymälässä olijoiden toiminta
0.19	Palo syttynyt ja liekit ovat noin 0.5 m korkeat. Asiakas hälyttää myyjän, joka toteaa tilanteen ja lähtee hakemaan jauhesammutinta.
1.19	Myyjä yrittää sammuttaa paloa, jonka liekit ovat jo metri korkeat. Hän ei saa suureksi kasvanutta paloa sammutetuksi ja perääntyy.
0.19 - 3.30	Koko tämän ajan liikkeeseen saapuu ihmisiä, jotka ohittavat palon, tekevät ostoksensa ja jonottavat kassalle maksaakseen.
3.30	Myymäla alkaa täyttyä savusta, mutta asiakkaat eivät halua poistua.
4.00	Asiakkaat poistuvat sankan savun läpi.
4.15	Henkilökunta poistuu myymälästä.
4.00 - 5.00	Muutamat henkilöt aikovat sisälle liikkeeseen.
6.00	Etuovet suljetaan ulkopuolelta.

Koko palotilanteen ajan myymälästä poistui ja sinne saapui ihmisiä toimittamaan ostoksiaan. Videotallenteessa ei ole ääniraitaa, joten tietoa siitä milloin jos milloinkaan, hälytyskellot alkoivat soida, ei ole. On kuitenkin oletettavaa, että tällaisessa myymälässä olisi edes manuaalisesti laukaistava hälytysjärjestelmä, jonka palon havainnut työntekijä olisi laukaissut. Vaikka näin ei olisi, on videolta selvästi havaittavissa, että niin asiakkaat kuin henkilökuntakin oli tietoisia tulipalosta. Myymälässä olijat olivat todella hitaita reagoimaan tilanteeseen, mutta lopulta kaikki poistuivat tilasta ilman havereita. [13]

Toisena esimerkkinä on ostoskeskuksen sisällä oleva supermarketti, jossa hälytyksen aiheutti jätynyt sprinklerin suutin. Aluksi myymälässä kuulutettiin, että ”tutkimme tapahtunutta...” eikä evakuoointia aloitettu. Kun pelastushenkilöstö saapui paikalle 13 minuuttia hälytyksestä, määräisivät he evakuoinnin aloitettavaksi, kuitenkin vain myymälässä, jossa viallinen sprinkleri sijaitsi. Myymälän turvahenkilöstö välitti viestin radiopuhelimitse ja aloitti evakuoinnin. Poistujista 190 käytti jompaakumpaa myymälän pääkäytävistä poistumiseen kassoille, kun hyllyvälejä pitkin poistui vain noin 40 henkeä. Tilanteen ajan myymälään saapui noin 30 poistumisesta tietämätöntä henkilöä ostoksille ennen kuin henkilökunta sulki sisäänkäynnin. Tämä tapaus on esimerkki siitä, kun kiertävä henkilökunta välittää evakuointikäskyn jokaiselle tapaamalleen asiakkaalle myymälässä. Videoista havaittiin, että käsky annettiin vasta asiakkaiden läheisyydessä. Käsky täytyi antaa jokaiselle asiakkaalle yksitellen, joten koko myymälän kattavaan viestin välitykseen kului paljon aikaa. Kun asiakas oli saanut käskyn poistua myymälästä, kului heillä noin 5 – 10 sekuntia ennen kuin he alkoivat siirtyä kohti kassoja. Osa asiakkaista keräsi ostoksia matkalla kassoille. 3 – 4 minuuttia evakuoinnin aloittamisesta alkoi ostoskärryistä muodostua ruuhkaa kassoille ja henkilökunnan oli annettava käsky poistua myymälästä kassojen ohi ilman ostoksia. [16]

2.1.3 Toimistorakennus

Toimistotilat ovat monikäyttöisiä tiloja, jotka koostuvat yksittäisistä työhuoneista, avokonttoreista tai näiden yhdistelmistä. Toimistotilat ovat työpaikkana suurimmalle osalle

käyttäjistä tuttuja, mutta joukossa voi olla myös vierailijoita, joille rakennus on ennalta tuntematon. Vierailijoiden tukena on kuitenkin usein joku rakennuksessa työskentelevä (isäntä/emäntä), jonka tulisi olla valmiina opastamaan vierailijoita poikkeustilanteessa. Rakennuksen sisäinen jo olemassa oleva hierarkia ei useinkaan vastaa poikkeusolojen hierarkiaa. Toimitusjohtaja on harvoin turvallisuuspäällikkö saati osastopäälliköt aluevalvojia, mikä luo haasteen suojeleorganisaation koulutukselle ja toiminnalle. Aluevalvojaksi määrätyllä sihteerillä tulisi olla rohkeutta käskyttää ylempää toimihenkilöä, kun tilanne niin vaatii.

VTT:n järjestämissä toimistorakennusten harjoituksissa on havaittu tiettyjä huomionarvoisia seikkoja. Reagointiajat ovat suhteellisen lyhyitä ja suurin osa henkilökunnasta lähtee liikkeelle heti puettuaan (n. 71 %). Käytävillä saattaa syntyä viivettä, kun ihmiset harkitsevat poistumissuuntaa tai kerääntyvät ryhmiksi ennen poistumista. Portaikoiden poistumisoville sekä itse portaikkoon aiheutuu jonotusta ja ruuhkaa, kun jokaisesta kerroksesta liittyy poistuvaan virtaan ihmisiä. Tämän vähäisen ruuhkautumisen ei kuitenkaan ole havaittu aiheuttavan ahdistusta. Vaikka rakennus on useimmista tuttu, ovat he kuitenkin taipuvaisia poistumaan samasta tutusta ovesta josta ovat rakennukseen tulleet. [5, 15]

2.1.4 Teatteri/elokuvateatteri

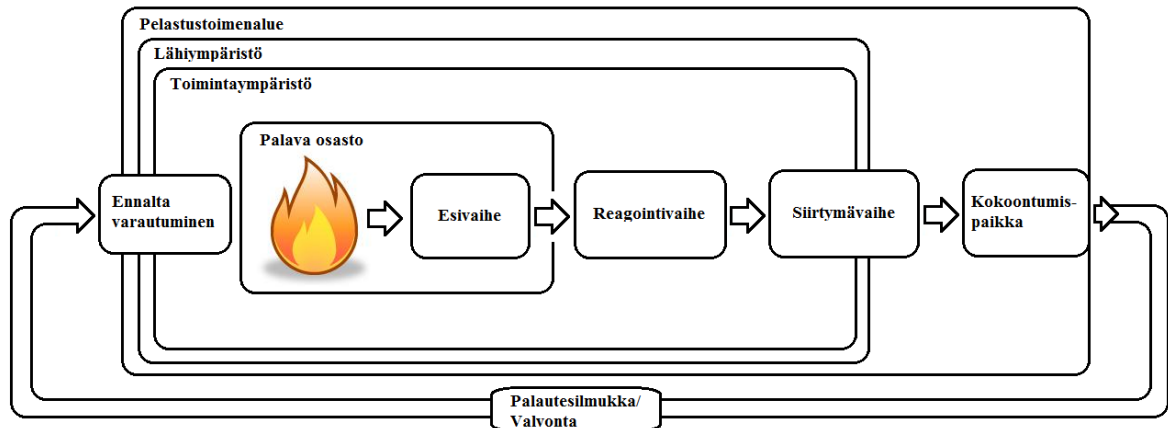
Teatterisalit ovat geometrialtaan toistensa kaltaisia avoimia tiloja, joissa näkyvyys näyttämölle/valkokankaalle on maksimoitu. Tilaan saavutaan usein samoista ovista, jotka ovat tarkoitettu myös poistumiseen. Avoin tila mahdollistaa ryhmäkäyttäytymisen hyödyntämisen poistumistilanteessa. Samoin näyttämö/valkokangas antavat mahdollisuuden tehokkaaseen viestittämiseen. Muutoin tilassa henkilökunta on määrällisesti vähemmistön asemassa. Esitys itsessään voi hidastaa poistumisen aloittamista, kun yleisö ei ole varma onko jokin ääni tai näky osa esitystä vai ei.

Esimerkkinä käytettäköön Cambridge Arts teatterin tapausta, jossa tulipalo syttyi yhdessä teatterin aulatiloista. Rakennuksessa oli tapahtumahetkellä n. 160 katsojaa permannolla ja n. 140 katsojaa ensimmäisen kerroksen parvella, henkilökuntaa oli noin 10 henkeä (rakennuksen kapasiteetista oli käytössä noin 46 %). Palo tukki vain yhden poistumistien permannolta ja parvelta. Hälytys teatterissa toteutettiin kaksivaiheisena. Kun palohälyttimillä ei ollut minkäänlaista vaikutusta, joutui teatterin johtaja 56 s hälytyksen laukeamisesta keskeyttämään näytöksen ja opastamaan yleisöä poistumaan rakennuksesta. Hän myös painotti, että salin vasemman puoleiset poistumistiet olivat poissa käytöstä. Ensimmäiset poistujat lähtivät liikkeelle 12 s teatterin johtajan aloitettua evakuoimiskehotuksensa (1 min 6 s palon alkamisesta). Ensimmäiset henkilöt poistuivat teatterisalista 30 s myöhemmin. Permannolta oli käytettävissä 3 poistumisovea ja parvelta kaksi portaikkoa. Käytännössä kuitenkin ihmiset poistuivat parvelta yhdestä portaikosta ja samalla permannon katsojia kehoitettiin poistumaan tämän portaikon viereisestä ovesta. Henkilökunta opasti poistujat edelleen lähimmälle uloskäynnille. Tämä johti merkittävään ruuhkautumiseen ahtaassa aulatilassa ja venytti siten kokonaispoistumisajan seitsemään minuuttiin huolimatta siitä, että teatteri oli vain puolillaan. [13]

On siis hyvin todennäköistä, että ilman kunnollista viestintää, teatterisali tyhjentyy poikkeustilanteessa hitaammin kuin normaalisti näytöksen päätyttyä. Reagointiajat näytöksen päättyessä teatterisalissa tai auditoriossa ovat noin 1 – 2 sekunnin luokkaa, kun taas poikkeustilanteessa reagointiajat voivat helposti nelinkertaistua. [13]

3 Poistumisturvallisuuden vaikuttavat tekijät

Poistumisturvallisuus koostuu useista osatekijöistä, jotka toimivat ketjun tavoin. Yksikin heikko lenkki voi vaarantaa kokonaisuuden toimivuuden. Kun rakenteellisen eli fyysisen turvallisuuden katsotaan olevan kunnossa, jää jäljelle poistumisprosessiin (kuva 3) vaikuttaminen. Tässä työssä käsitellään niitä osatekijöitä, joihin voidaan puuttua kohteessa myös jälkikäteen. Jokaisella vaiheella on omat ominaisuutensa ja heikkoutensa, joita parantamalla saadaan kohteen poistumisaikaa pienennettyä ja näin sen turvallisuutta ehostettua.



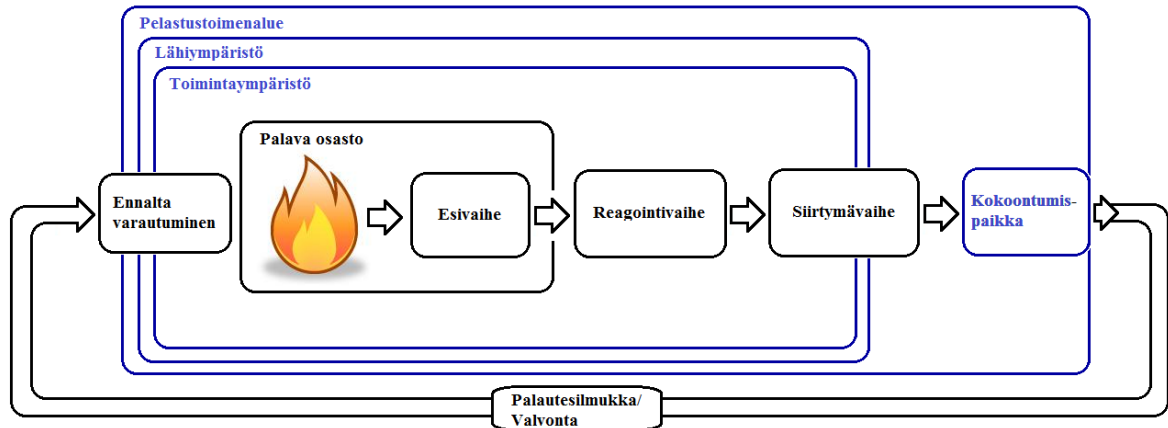
Kuva 3 Poistuminen prosessina

Huono varautuminen ei ota kaikkia riskitekijöitä huomioon, jolloin ennalta laadittavat toimintamallit yllättäviin tilanteeseen jäävät puuttumaan. Huonosti koulutettu tai järjestäytynyt suojeleorganisaatio on tehoton johtamaan poistumistilanteessa onnettomuuden sattuessa. Heikko turvallisuuskulttuuri altistaa kohteen onnettomuuksille sekä lisää mahdollisten vahinkojen laajuutta ja vakavuutta. Kun käyttäjäkuntaa ei huomioida kohdistetaan rakennuksen kriisinaikaiset resurssit väärin tai ne jäävät varautumisvaiheessa vajavaisiksi. Yksilöt voivat käyttäytymisellään aiheuttaa vaaratilanteita itselleen tai muille sekä laajentaa vahinkoja. Tehoton hälytys lisää epätietoisuutta ja viivyyttää poistumisen käynnistymistä. Huoltamaton ja tarkastamaton tekniikka ei pelkästään ole tehoton todellisessa tilanteessa vaan saattaa aiheuttaa lisävaaran. Kohteen ympäristön huomiotta jättäminen altistaa yksilöt ja omaisuuden vaaraan sekä hidastaa pelastusyksiköiden toimintaa. Jos harjoituksista ja läheltä piti tilanteista ei oteta opiksi, ovat todellisen tilanteen seuraukset suuremmat.

Keskeisessä osassa onnistunutta tai epäonnistunutta poistumista on prosessin osien lisäksi ihmisen käyttäytyminen ääritilanteessa. Henkilön yksilökäyttäytyminen ja ryhmäkäyttäytyminen vaikuttavat esimerkiksi havainnointiin, päätöksentekoon, liikkeelleläähtöön ja reitinvalintaan. Yleisimmät käyttäytymisen toimintamallit tuntemalla voidaan vaikuttaa poistumisprosessin jokaiseen vaiheeseen lopulta lyhentäen kokonaisaikaa sekä lisäten turvallisuutta. Perinteisesti poistumista simuloitaessa on keskitytty ihmisten liikkeen mallintamiseen, mutta nykyaikaisilla laskentaohjelmilla on mahdollista ottaa huomioon ihmisten käyttäytyminen osana mallinnusta. Tämä avaa uusia mahdollisuuksia toiminnalliselle mitoitamiselle, kun esimerkiksi ihmisen taipumus poistua rakennuksesta samasta ovesta, mistä on tullut sisälle, otetaan huomioon poistumisreittejä ja -ovia mitoitettaessa. Tutkimusta tarvitaan kuitenkin lisää esimerkiksi sosiaalipsykologisten tekijöiden kuten tuttuuden ja henkilön roolin vaikutuksesta poistumisreitin valintaan, ennen

kuin ohjelmista saadaan täysi hyöty irti. Laskenta antaa mahdollisuuden kokeilla useita eri rakenteellisia vaihtoehtoja erilaisilla ihmismassoilla hyvin lyhyessä ajassa. Samat menetelmät sopivat niin uudis- kuin korjausrakentamiseen.

3.1 Ympäristö

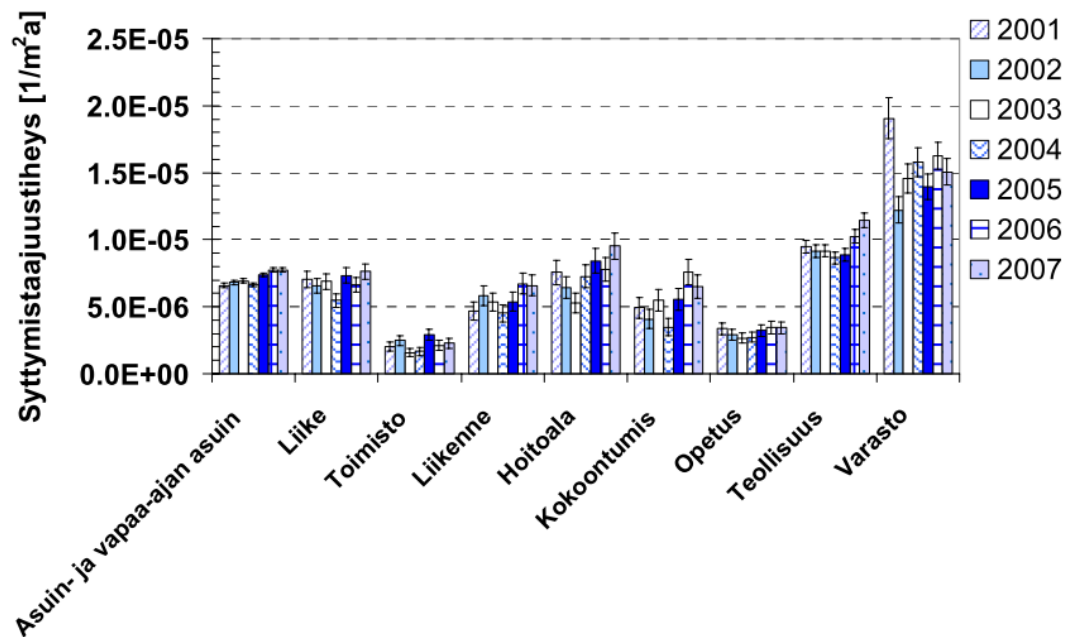


Kuva 4 Ympäristö osana poistumisprosessia

Kiinteistön ympäristö voidaan jakaa kehämallin mukaisesti kolmeen sisäkkäiseen alueeseen (kuva 4). Sisimpänä, lähellä poistumisen käynnistävää tapahtumaa, on toimintaympäristö, joka sanelee useita riskitekijöitä sekä resurssien painotuksia. Seuraava kehä on rakennuksen lähiympäristö, jonka rakennukset tai liikenne voivat olla joko hyödyksi tai vaaraksi ihmisten saavuttua ulkotiloihin. Viimeisenä on pelastustoimen alue, jonka kalusto ja vasteajanodote antavat omat reunaehdonsa. Pelastustoimen alueeseen voidaan myös liittää joitakin tilastollisia laajemman toimintaympäristön riskitekijöitä, kuten rakennuskannan ikä, kuntaluokitus ja koulutustaso alueella, joiden avulla voidaan ohjata kohteen riskianalyysiä ja huomioida vaaranpaikkoja.

3.1.1 Toimintaympäristö

Yliopiston rakennukset ovat toimintaympäristönä monimuotoisia ja toisistaan usein poikkeavia. Laitosten opetus-, tuntityö- ja tutkimustarpeesta riippuen rakennukset ovat yhdistelmiä opetus- ja esitystiloista (luokkahuoneet, auditoriot, esityssalit), toimistotiloista (avo-/umpitoimistot, kokoustilat, tulostus-/varastotilat) sekä tutkimustiloista (laboratoriot, koehallit, erityistilat). Rakennustyyppien tarkasteltuna toimisto- ja opetusrakennusten tilastollinen keskimääräinen syttymistäajuustiheys (kuva 5) on muita rakennustyypppejä pienempi [19]. Rakennuksissa on riskikartoituksen kannalta rinnakkain hyvin erilaisia tiloja. Yhdessä tilassa on suuri ihmisjoukko, mutta pieni syttymisvaara, kun taas toisaalla on vähän henkilöstöä, mutta suurempi syttymisriski. Riskejä ei voida siis arvioida ainoastaan lohko tai aluekohtaisesti vaan viereinen tila ja sen toiminnot on myös huomioitava.



Kuva 5 Keskimääräinen syttymistaajuustiheys vuosina 2001–2007 kaikissa rakennustyypeissä. [19]

Tilat on usein lohkottu palo-osastoihin toimintojensa puolesta, mutta inhimillinen toiminta vaarantaa tämän rakenteellisen jaon. Usein näkee palo-ovia, jotka on tuettu auki tai niiden ovipumput on vapautettu/rikottu. Näin aikaansaadaan tilanne, jossa suuret ihmismäärät ja normaalia korkeampi syttymisvaara voivat kohdata. Tilanteen korjautuminen vaatii ensisijaisesti asennemuutoksen.

Yliopiston rakennuksissa on myös muista rakennuksista poiketen suuria henkilömäärän vaihteluita pitkin kalenterivuotta. Luentokaudella rakennuksissa on tasaisesti suuria määriä ihmisiä, mutta ajoittain (tenttiviikot, seminaarit ja väitöstilaisuudet) tilojen kapasiteetti käy maksimissaan. Luentokausien ulkopuolella rakennukset ovat vain vakituisten henkilökunnan käytössä, jolloin osa tiloista on tyhjillään. Näillä vaihteluilla on merkitystä niin poistumiseen kuin siihen varattuihin resursseihin. Luentokaudella onkin välttämätöntä, että kulloinenkin luennoitsija ottaa vastuun oman opetustilansa tyhjentämisestä. Näin aluevastaavat voivat keskittää toimensa enemmän aikaa vievien tilojen tarkastamiseen. Tiloissa, joissa on ympärivuoden vakiintunut henkilöstö, ei lukuvuosisykli aiheuta mitään erityistoimenpiteitä.

Vuorokausitasolla henkilöstö vaihtelut asettuvat virastoaikojen mukaisesti. Suurin henkilöstö määrä on rakennuksessa päiväsaikaan ja alku iltapäivästä, kun taas hiljaisinta on ilta ja yöaikaan. Jotkin tutkimuspuolen tehtävät sekä opiskelijoiden projektityöt venyttävät yksilöiden läsnäoloa joskus ilta myöhään. Tästä huolimatta riskialtein aika rakennuksissa sijoittuu iltapäivään, jolloin rakennusten henkilömäärät ovat suurimmillaan ja ilkvallan todennäköisyys suurin.

Taulukko 2 Rakennusten iän vaikutus paloturvallisuuteen [7]

Syttymistäajuustiheys rakennustyypeittäin	Asuinrakennukset	Toimistot	Opetusrakennukset	Kokoontumisrakennukset
n	14011	322	441	390
-1920	12.6	3.4	4.7	11.4
1921 - 1939	11.4	2.9	3.9	10.9
1940 - 1959	13.1	2.4	2.2	10.6
1960 - 1969	7.7	2.6	3.6	4.2
1970 - 1979	6.9	2.5	4.4	6.2
1980 - 1989	5.6	2.6	2.7	4.5
1990 - 1999	5.7	2.8	5.1	4.4
2000 - 2007 (peruskorjattu)	5.7	2.7	7.4	7.8
Yhteensä	7.6	2.6	3.7	6.6

Rakennusten ikä on myös yksi toimintaympäristön huomionarvoisista seikoista. Tilastot (Taulukko 2) osoittavat, että vanhojen rakennusten syttymistäajuustiheys on uudempia korkeampi. Joissakin rakennustyypeissä ero syttymistäajuustiheyksissä on huomattava. Useiden Suomen suurimpien yliopistojen rakennukset ovat vanhoja arvokiinteistöjä, joilla voi olla jopa museorakennuksen status. Kuitenkin tilastojen (Taulukko 2) valossa opetusrakennuksista 1990- ja 2000-luvuilla rakennetuilla rakennuksilla on suurimmat syttymistäajuustiheydet [7]. Tätä voidaan selittää osaksi sillä, että vanhempiin rakennuksiin, tyyppiin katsomatta, on jo todennäköisesti tehty peruskorjauksia, joiden yhteydessä myös paloturvallisuutta on parannettu rakennuskohtaisten kokemusten perusteella. Samalla voidaan sanoa, että valtakunnallisesti rakennuskannasta vain noin 20 % on rakennettu ennen vuotta 1960 [7]. Näiden rakennusten joukossa edelleen käytössä olevat opetusrakennukset ovat vähemmistössä.

3.1.2 Lähiympäristö

Poistuminen ei suinkaan pääty rakennuksen ulko-oville vaan jatkuu aina kokoontumispaikalle asti. Tästä syystä myös rakennuksen ympäristö huomioidaan hätäpoistumisen toimintamalleja laadittaessa. Rakennuksen läheisyydessä voi olla vilkkaasti liikennöityjä teitä, rakennustyömaita tai muita mahdollisia vaaratekijöitä. Suojeluorganisaatio on usein varautunut ohjaamaan ihmisiä ulos rakennuksesta sekä opastamaan pelastuslaitos paikalle, mutta harvassa kohteessa on otettu huomioon rakennuksen ulkopuolinen opastaminen kokoontumispaikalle. Kokoontumispaikka on usein vieras poistuville ihmisille, mikä johtaa parveiluun rakennuksen uloskäyntien läheisyydessä ja voi altistaa vaaratilanteille. Poistumisen tulisi olla selkeästi johdettua aina kokoontumispaikalle asti varsinkin tiiviisti rakennetussa urbaanissa ympäristössä kuten esimerkiksi Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulun tai Helsingin yliopiston pääkampuksen tapauksissa, joissa evakuoitavat joudutaan ohjaamaan tiheään liikennöityjen teiden ylitse kauemmaksi rakennuksesta.

Sääolosuhteet varsinkin syksyllä ja talvella muodostavat ongelman, kun osa poistujista ei mahdollisesti pääse noutamaan poistumisen yhteydessä säänmukaista ulkovaatetusta ja odotusaika kokoontumispaikalla saattaa tilanteesta riippuen pitkittyä. Aalto-yliopiston Otaniemen kampuksella tämä on huomioitu siten, että jokaisella kokoontumispaikalla on varapaikka, joka sijaitsee jonkin viereisen rakennuksen aulatiloissa. Huonon sään vallitessa

ihmiset opastetaan siirtymään suoraan tähän sisäkokoontumispaikkaan. Jokaisella kiinteistöllä tulisi olla mahdollisuus toissijaiseen sisäkokoontumispaikkaan, joka voi sijaita jossain läheisessä julkisessa tilassa (esim. kirkko tai ostoskeskus) tai sopimuksen mukaan vieraan kiinteistön tiloissa. Jos sisälle kokoontuminen on mahdotonta, suojeleorganisaatio varautuu pitkiin odotuksiin huonossa säässä esimerkiksi viltein ja sadeviitoin.

Väliaikaiset muutokset rakennuksen ympäristössä, kuten tie- tai rakennustyömaat, otetaan huomioon poistumissuunnitelmissa. Työmaat tuovat alueelle lisää liikennettä sekä mahdollisesti raskasta kalustoa. Näiden lisäksi työmaa-alueet ovat usein aidattuja, jolloin ne sulkevat pois siirtymäreittejä tai kokonaisia alueita. Esimerkiksi R-talon tapauksessa oli poistumisharjoituksen aikana kampuksen päärakennuksen peruskorjauksen vuoksi normaali kokoontumispaikka osittain poissa käytöstä.

Vaikka ryhmäkäyttäytymisen nojalla auktoriteettihahmo pystyy hallitsemaan ihmisjoukkoja käskyttämällä, voi yksittäisen henkilön kuitenkin olla vaikea ohjata ihmisjoukkoa, joka kasvaa hyvin suureksi. Tämä havaittiin VTT:n tutkimuksessa [16] erään ostoskeskuksen tapauksessa, kun yksinäinen suojeleorganisaation jäsen yritti opastaa satoja rakennuksesta poistuneita siirtymään kokoontumispaikalle. Suurimpien oppilaitosten kohdalla voidaan joutua samaan tilanteeseen, ellei siihen varauduta ennalta. Muodostamalla yksi aluevalvoja ryhmä, jonka vastuualueena on rakennuksen ympäristö, saadaan poistujat siirtymään suoraan kokoontumispaikalle yhtä ennalta sovittua reittiä pitkin. Hallittu reitti vähentää vaaratilanteita tieliikenteen kanssa. Tämän valvoja ryhmän vastuulle asettuvat myös uloskäytävien ja varateiden edustojen (esim. lumi ja liukkaus talvella) sekä pelastusteiden esteettömyys.

3.1.3 Pelastustoimen alue

Rakenteellisesti yliopiston rakennukset voivat olla pelastustoiminnan kannalta haasteellisia. Rakennuksissa on pinta-alan nähden vain vähän avointa tilaa. Suurin osa rakennuksista on sokkeloisia käytäviä, joita reunustavien tilojen laajuutta tai käyttötarkoitusta on usein mahdoton arvailla. Tästä syystä poistumisen on onnistuttava ennen pelastuslaitoksen paikalle saapumista siten, että heille voidaan ilmoittaa suurella varmuudella rakennuksen olevan tyhjä. Näin pelastushenkilöstö voi keskittyä uhkaavan tilanteen torjuntaan välittämättä muista seikoista.

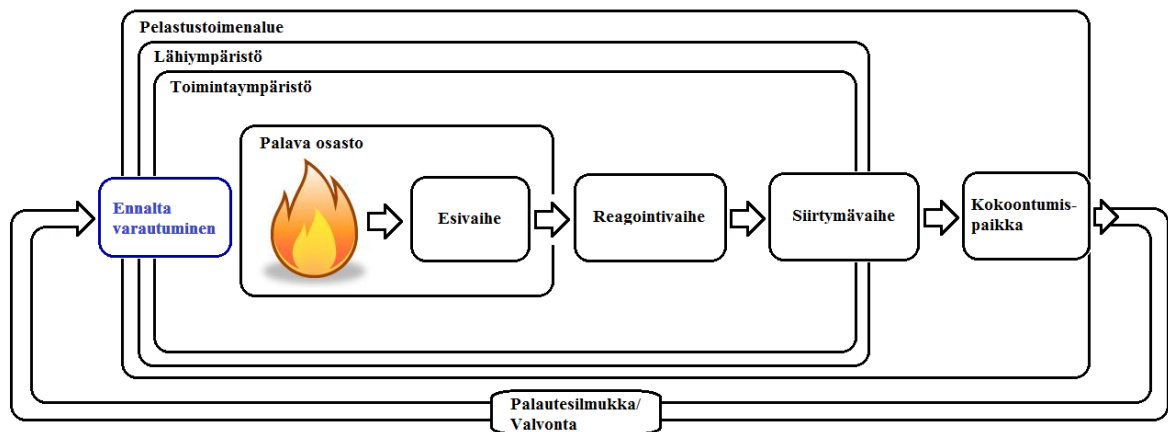
Suomessa on yhteensä 22 pelastustoimen aluetta. Pelastustoimen tehtävien hoitamista varten alueen pelastustoimella on pelastuslaitos. Pelastuslaitos huolehtii alueensa pelastustoimelle kuuluvasta ohjauksesta, valistuksesta ja neuvonnasta, jonka tavoitteena on tulipalojen ja muiden onnettomuuksien ehkäiseminen ja varautuminen onnettomuuksien torjuntaan sekä asianmukainen toiminta onnettomuus- ja vaaratilanteissa ja onnettomuuksien seurausten rajoittamisessa. Alueen pelastustoimi voi käyttää pelastustoiminnassaan apunaan sopimuspalokuntia (vapaaehtoiset palokunnat, laitospalokunnat, teollisuuspalokunnat, sotilaspalokunnat) tai muuta pelastuslalla toimivaa yhteisöä sen mukaan kuin niiden kanssa sovitaan. Nämä osallistuvat pelastustoimen kanssa tekemänsä sopimuksen mukaisesti sammutus- ja pelastustoimintaan ja muodostavat poikkeusoloissa ja väestönsuojelussa tarvittavan reservin.

Pelastustoimen resursseissa on suuria alueellisia eroja, niin valtakunnallisesti kuin pelastuslaitosten sisälläkin. Resursseissa ei ole kyse pelkästään miesvahvuudesta, vaan myös kalustosta. Erityiskaluston riittävyys ja etäisyys kohteesta ovat paikoin rajoittavia tekijöitä. Suomesta löytyy alueita, joiden pelastustoiminta on riippuvainen sopimuspalokunnista.

Esimerkiksi Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksella (noin 416 000 as. / 1986 km²) on 9 paloasemaa ja 30 sopimuspalokuntaa, kun taas Lapin pelastuslaitoksella (noin 183 000 as. / 98 984 km²) on 4 paloasemaa ja 31 sopimuspalokuntaa. Keski-Uudenmaan paikkakunnista vain Pornainen on ilman omaa paloasemaa. Sen sijaan Lapissa jopa 14 paikkakuntaa valvoo ensisijaisesti sopimuspalokunta. Näin on pyritty minimoimaan toimintavasteaikaa sekä kompensoimaan suuria välimatkoja. Erityiskalustoa kuten puomitikasautoja tai raskaita pelastusautoja on harvassa ja niiden saaminen kohteeseen voi kestää kauan. [10]

Kohteen toimintasuunnitelmia laadittaessa pelastustoimen valmius alueella sekä rakennuksen riskiluokka on tiedostettava. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla, missä odotettava avunsaantiaika on 10 – 15 minuuttia riskiluokilla I ja II [20], pääpaino toimenpiteissä on henkilöiden ripeä evakuoiminen pois pelastushenkilöstön edestä. Mitä pidemmäksi odotettava avunsaantiaika kasvaa sitä suurempaan rooliin nousevat kohteen omat vaaraa rajaavat toimenpiteet sekä ensiapuvalmius. Pitkä avunsaantiaika kasvattaa mahdollisten vahinkojen laajuutta ja näin heijastuu myös riskienhallintaan. Syrjäisissä kohteissa ennalta varautuminen ja yleisen turvallisuuden valvonta on erityisesti korostunut.

3.2 Varautuminen



Kuva 6 Varautuminen osana poistumisprosessia.

Ennalta varautuminen on kaikista turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä se, jolla saadaan halvimmalla ja helpoimmalla suuret henkilö- ja omaisuusvahingot vältettyä. Tämän keskiössä on yksi asiakirja, pelastussuunnitelma. Siinä määritetään suojeleorganisaatio, yleiset toimintamenetelmät ja turvallisuuskulttuurin suuntaviivat sekä huomioidaan käyttäjien, tekniikan ja ympäristön vaikutukset kokonaisuuteen. Varautumisen tärkeimpiä osatekijöitä pelastussuunnitelman ohessa ovat henkilöstön kouluttaminen, käyttäjien informointi ja riskienhallinta.

3.2.1 Pelastussuunnitelma

Pelastussuunnitelman laadinta perustuu Pelastuslakiin ja Valtioneuvoston asetukseen pelastustoimesta. Kaiken pohjana on pelastuslain pykälä omatoimisesta varautumisesta (Pelastuslaki 379/2011, 14 §), missä määrätään, että rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan on osaltaan:

- 1) ehkäistävä tulipalojen syttymistä ja muiden vaaratilanteiden syntymistä;
- 2) varauduttava henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa;

- 3) varauduttava tulipalojen sammuttamiseen ja muihin sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin ne omatoimisesti kykenevät;
- 4) ryhdyttävä toimenpiteisiin poistumisen turvaamiseksi tulipaloissa ja muissa vaaratilanteissa sekä toimenpiteisiin pelastustoiminnan helpottamiseksi.

Pelastussuunnitelman laadinnasta määrää suunnitteluvollisuus pykälä (Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta 407/2011, 1 §). Pykälässä on listattu kaikki ne kohteet, jotka vaatavuudelta tai vahinkojen vakavuudelta vaativat pelastussuunnitelman. Yliopiston rakennukset asettuvat monikäyttöisyytensä sekä opetus- ja tutkimustoimintansa nojalla useampaan kategoriaan:

- 3) kouluihin, oppilaitoksiin ja muihin vastaaviin opetuksessa käytettäviin tiloihin;
- 12) kohteisiin joissa vaarallisen kemikaalin vähäistä teollista käsittelyä ja varastointia saa harjoittaa vain tekemällä vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta annetun lain (390/2005) 24 §:ssä tarkoitetun ilmoituksen;
- 14) työpaikkatiloihin, joissa työntekijöiden ja samanaikaisesti paikalla olevien muiden ihmisten määrä on yleensä vähintään 50.

Pelastussuunnitelmasta itsestään määrää pelastuslain 15 § (Pelastuslaki 379/2011, 15 §). Siinä määrätään rakennukseen tai muuhun kohteeseen, joka on poistumisturvallisuuden tai pelastustoiminnan kannalta tavanomaista vaativampi tai jossa henkilö ja paloturvallisuudelle, ympäristölle tai kulttuuriomaisuudelle aiheutuva vaara taikka mahdollisen onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen voidaan arvioida olevan vakavat, on laadittava pelastussuunnitelma 14 §:ssä tarkoitetuista toimenpiteistä. Pelastussuunnitelman laatimisesta vastaa rakennuksen tai kohteen haltija. Pelastussuunnitelmassa on oltava selostus:

- 1) vaarojen ja riskien arvioinnin johtopäätelmistä;
- 2) rakennuksen ja toiminnassa käytettävien tilojen turvallisuus;
- 3) asukkaille ja muille henkilöille annettavista ohjeista onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä onnettomuus- ja vaaratilanteissa toimimiseksi;
- 4) mahdollisista muista kohteen omatoimiseen varautumiseen liittyvistä toimenpiteistä.

Pelastussuunnitelman sisältöä tarkentaa Valtioneuvoston asetuksen 2 § (Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta 407/2011, 2§), jonka mukaan Pelastuslain 15 §:n 2 momentissa säädetyn sisältövaatimuksen lisäksi pelastussuunnitelmassa on tarpeen mukaan otettava huomioon myös kohteen tavanomaisesta käytöstä poikkeava käyttö ja tilapäinen käyttötavan muutos. Pelastussuunnitelmassa on selvitettävä myös, miten pelastuslain 14 §:n mukainen omatoiminen varautuminen toteutetaan poikkeusoloissa.

Oikein ja perusteellisesti laadittuna pelastussuunnitelma antaa lukijalleen tiedon kohteen keskeisimmistä riskeistä ja niiden minimoimisesta sekä toimintaohjeet tositilanteessa. Suunnitelma sisältää kaikki tärkeimmät yhteystiedot sekä liittymisen oman organisaation turvallisuusjärjestelyihin että kunnan pelastustoimeen. Pelastussuunnitelmassa nimetään kohteen suojeluorganisaatio ja sen hierarkia. Jokaisen henkilön tehtäväkuvaus poikkeustilanteessa on esitettävä pelastussuunnitelmassa. Näistä syistä pelastussuunnitelman ylläpitäminen ja päivittäminen ovat ensisijaisia turvallisuutta ylläpitäviä toimenpiteitä. Pelastussuunnitelmasta löytyvät myös tiedot henkilöstön koulutushistoriasta sekä mahdollisten vaarallisten aineiden määristä ja sijainneista. Liitteenä 1 on Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun R-talon pelastussuunnitelma.

Valitettavan usein tilanne on kuitenkin hyvin toisenlainen. Pelastussuunnitelmaa pidetään monessa kohteessa toisarvoisena dokumenttina, jolloin sen laadinta ontuu. Pelastussuunnitelma voi olla suora plagiaatti toisen kohteen asiakirjasta, johon on vain muutettu nimet, osoitteet ja puhelinnumerot. Pahimmillaan tämä johtaa siihen, että toimintamallit ovat omalle kohteelle täysin sopimattomat ja monia rakennuksen sekä sen ympäristön erityispiirteitä jää vaille huomiota. Pelastussuunnitelman on tarkoitus toimia perusteellisen ajatusharjoituksen lopputuotteena, joka jälkeen ollaan siinä pisteessä, että vain käytännön toimet puuttuvat.

3.2.2 Muut varautumistoimet

Ei riitä, että pelastussuunnitelma on laadittu huolellisesti, jos toimintamalleja ei saada välitettyä käyttäjille. Jos pelastussuunnitelma halutaan pitää vain rajoitetun henkilöstön saatavilla, sen pohjalta laaditaan turvaopas yleiseen jakeluun. Turvaopas pitää sisällään tiivistetysti pelastussuunnitelman keskeiset seikat sekä toimintamallit. Oppaasta voidaan laatia käännösversioita vieraskielisiä työntekijöitä varten, vaikka pelastussuunnitelma laaditankin vain yhdellä kielellä, joko suomeksi tai ruotsiksi kohteesta riippuen. Turvaopas jaetaan jokaiselle taloon vakituisesti tulevalle työntekijälle ja se on tarkoitettu säilytettäväksi. Näin kaikilla työntekijöillä on varmasti tiedossa kiinteistön yhteiset toimintamallit ja yleiseen turvallisuuteen liittyvät yhteystiedot.

Kohteissa, joissa on paljon vierailijoita, laaditaan ulkopuolisia henkilöitä varten vierailijan turvallisuusohje (Liite 7). Tämä sisältää vain välttämättömän informaation ja yhteystiedot. Ohje jaetaan aulapalveluissa henkilön saapuessa rakennukseen. Sen on tarkoitus toimia tukena vierailijalle, vaikka isäntä/emäntä onkin aina vastuussa vieraastaan. Näin varmistutaan siitä, että myös rakennuksessa tilapäisesti oleskelevat ovat tietoisia talon tavoista.

Koulutus on tärkeäosa ennalta varautumista niin henkilöstölle, kuin varsinkin suojeluorganisaation jäsenille. Kaiken perustana on teoriaperäinen pohjatieto, jonka päälle kasataan käytännön taidot. Teoria antaa valmiudet oppia käytännön taidot harjoitusten kautta. Harjoitteiden on oltava vaikeusasteeltaan porrastettuja, jotta tehtävät ja toimenpiteet tulevat varmasti tutuiksi. Poistumisprosessia harjoitellaan ensin ajatustasolla, eli missä vaiheessa poistumistilannetta kukin tekee mitäkin, esimerkiksi kokoustilassa. Tämän jälkeen siirrytään vastuualuekohtaisiin harjoituksiin, joissa aluevastaava sopii alueensa henkilöstön kanssa ajankohdan, jolloin suoritetaan hallittu poistuminen. Näin jokaiselle alueen ihmiselle tulevat sen poistumisreitit tutuiksi. Seuraavaksi harjoitellaan koko kohteen laajuisesti ennalta ilmoitettuna ajankohtana. Tällöin saadaan kuva kokonaisuuden toimivuudesta. Vasta viimeiseksi järjestetään sokkoharjoitus, johon voidaan yhdistää savua ja/tai loukkaantuneita esittäviä henkilöitä sekä liikuntarajoitteisia.

Riskienhallintaa ja riskianalyysijä tehdään jo pelastussuunnitelmaa laadittaessa, mutta usein riskienhallintaa ei jatketa sitä pidemmälle. Säännöllinen riskien uudelleenarviointi on osa ennalta varautumista. Toimistojen henkilömäärät ja istumajärjestelyt muuttuvat, opetustoimintaa siirretään tiloihin, joita ei ole siihen suunniteltu tai laboratoriotiloissa käynnistetään uudentyyppisiä kokeita. Yliopiston rakennuksissa tulee vastaan tilanteita, joihin alkuperäiset pelastussuunnitelmaa varten tehty riskianalyysit eivät enää päde. Monesti muutokset henkilömäärissä tai tilojen käytössä ovat väliaikaisia eikä riskianalyysiä siksi nähdä tarpeelliseksi. Väliaikaisuudessa ja uutuudessa kuitenkin juuri piilevät riskiä kasvattavat tekijät, väärä asenne ja rutiinin puute.

Riskitason määrittäminen (kuva 7) on yksinkertainen tehdä, eikä sen tekemättä jättämiselle ole hyvää syytä. Siellä missä suuret vahingot ja korkea todennäköisyys kohtaavat on riskikin suuri ja toimenpiteisiin sen ehkäisemiseksi on ryhdyttävä välittömästi. Jos vahingot tai todennäköisyys ovat pienet, seurataan tilannetta ja tarvittaessa puuttua asiaan. Pienen riskin tilanteissa vahingot ja todennäköisyys ovat molemmat pieniä ja tilanteen ajoittainen seuranta riittää.

Riskitaso	Seuraukset					
	Todennäköisyys		Vähäiset	Haitalliset	Vakavat	
Epätodennäköinen	1	Merkityksetön	2	Vähäinen	3	Kohtalainen
Mahdollinen	2	Vähäinen	3	Kohtalainen	4	Merkittävä
Todennäköinen	3	Kohtalainen	4	Merkittävä	5	Sietämätön

Kuva 7 Tapahtuman seurausten ja todennäköisyyden vaikutus riskitasoon.

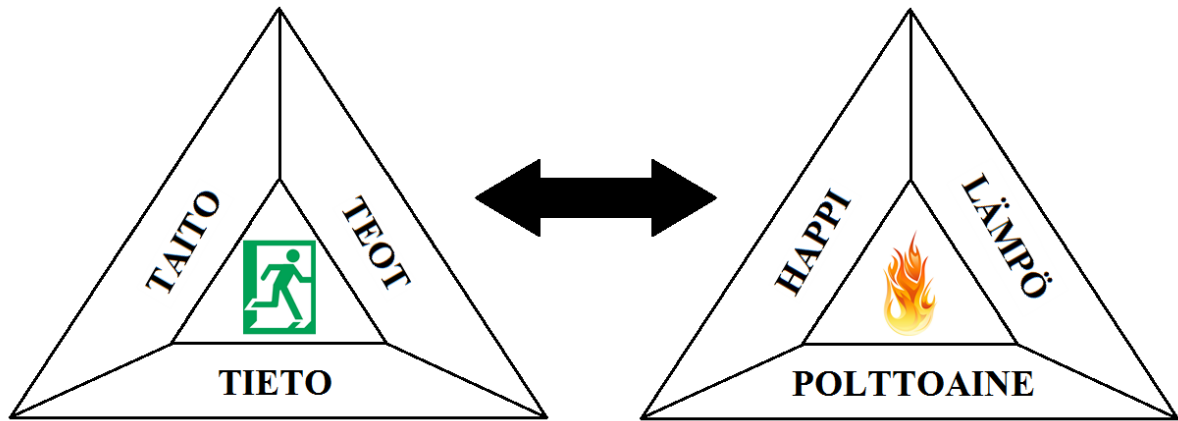
Ylläpitämällä korkeaa koulutustasoa, jakamalla henkilöstölle kaikki heidän tarvitsemansa informaatio ymmärrettävässä muodossa sekä hallitsemalla riskejä, vältetään suurilta henkilö- ja omaisuusvahingoilta. Ennalta varautuminen on aina edullisempaa kuin jälkikäteen korjaaminen.

Poistumisprosessin tarkoitus on tyhjentää rakennus ihmisistä eli käyttäjistä ja näin minimoida inhimilliset vahingot sekä pelastushenkilöstön työtaakka. Rakennuksen tyypistä ja käyttötarkoituksesta riippuen käyttäjien ominaisuudet kuten ikä, sukupuoli tai liikuntakyky vaihtelee suuresti. Tunnistamalla rakennuksen käyttäjätyypit ja niiden riskit voidaan käytettävissä olevat resurssit kohdentaa tehokkaasti.

Esimerkiksi ala- ja yläasteen koulurakennuksissa suurin käyttäjäryhmä on alaikäiset lapset ikävälillä 7 – 12 ja 13 – 15 vuotta. Kaikki resurssit evakuoitilanteessa kohdistetaan heidän hallittuun poistumiseen rakennuksesta sekä pitämiseen kokoontumispaikalla. Ostoskeskuksessa käyttäjien ikähaitari on paljon suurempi ja he kulkevat niin yksin, pareittain kuin pieninä ryhminä. Pääpaino poistumisen resursoinnissa on liikuntarajoitteisten ja ”harhailijoiden” auttamisessa. Ostoskeskuksen tapauksessa joudutaan käyttämään resursseja myös omaisuuden suojeluun poistumisen yhteydessä, koska poikkeustilanne saattaa johtaa näpistykseen. Käyttäjäryhmien ja niiden erilaisuuden tiedostaminen auttaa suojeluorganisaatiota laatimaan tehokkaimmat toimintamallit sekä kohdentamaan poistumista ennakoivat toimet oikein.

3.2.3 Turvallisuuskulttuuri

Laitoksen johto luo perusteet turvallisuuskulttuurille ja toimii itse esimerkkinä. On kuitenkin hyvä muistaa, että jokainen meistä on viimekädessä itse osaltaan vastuussa oppilaitoksemme turvallisuudesta. Rakennuksen johto ja suojeluorganisaatio ohjaavat kohteessa tehtävää turvallisuustyötä sekä valvovat ja mittaavat sen tasoa. Iso osa turvallisuuskulttuuria on suojeluorganisaation määrittäminen, sitouttaminen ja kouluttaminen. Keskeisten asiakirjojen kuten pelastussuunnitelman ja turvaoppaan on oltava laadittuna ja ajan tasalla. Kohteessa tehdään riskikartoitus ja -analyysi vähintään kerran sekä sisäisiä tarkastuksia vähintään kahdesti vuodessa. Yhteisiä harjoituksia pitämällä ja niistä palautetta keräämällä voidaan kehittää rakennuksen toimintaa. Pääpaino toiminnassa on oltava ennalta ehkäisyssä, sillä pienenkin tulipalon kustannukset ovat kalliit.



Kuva 8 Yksilötason turvallisuuskulttuuri koostuu kolmesta toisiaan vaativasta tekijästä kuten tulipalokin.

Yksilö tasolla turvallisuuskulttuuri koostuu pienistä ja yksinkertaisista asioista (kuva 8), jonka osa-alueita ovat oikeat arvot, riittävä määrä tietoa ja taitoa sekä käytännön teot ja toimet. Vähintäänkin jokaisen tulisi opetella tekemään hätäilmoitus, tuntea kiinteistön poistumisreitit siten, että aina on tiedossa kaksi toisistaan riippumatonta vaihtoehtoa, tietää kiinteistön kokoontumispaikka sekä opetella käyttämään alkusammutuskalustoa ja ensiapuvälineitä. Jokaiselle kiinteistössä työskentelevälle jaetaan turvaopas tai heillä on oltava mahdollisuus tutustua pelastussuunnitelmaan. Jokaisella on oikeus puutua omaan ja muiden turvallisuuteen vaikuttaviin seikkoihin. Yhdessä omasta ja toisten turvallisuudesta huolehtien saavutetaan parhaat tulokset. Hyvä turvallisuuskulttuuri on vahvasti yhteydessä henkilöstön hyvinvointiin, lakisääteiseen työturvallisuuteen sekä omatoimiseen varautumiseen. Turvallisessa ympäristössä on hyvä opiskella ja työskennellä.

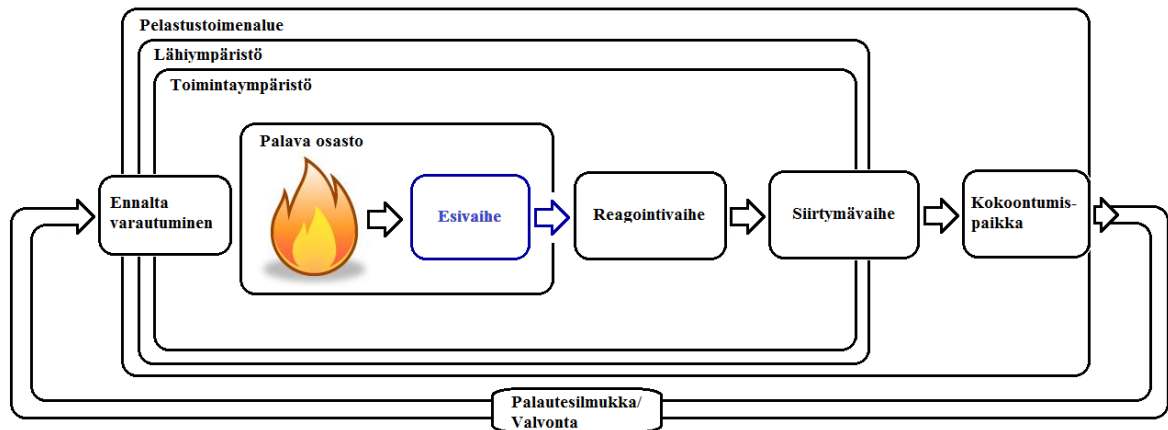
3.2.4 Suojeluorganisaatio

Suojeluorganisaatio on määritetty ja nimetty kohteen pelastussuunnitelmassa. Organisaatio muodostuu suojelujohdosta, alueiden suojeluvastaavista ja tukihenkilöistä. Suojelujohto on erillinen kohteen normaalista johtorakenteesta ja se käyttää ylintä määräysvaltaa kriisitilanteessa. Henkilöturvallisuuden kannalta avainasemassa ovat suojelualueet ja niillä tehty oikeat ensitoimet. Jokaisella aluevastaavalla on käskyoikeus omalla vastuualueellaan. Ongelman yliopistoympäristössä luovat opetus- ja luentotilat, joissa käytännössä vastuuhenkilönä toimii kulloinkin luennoitsija. Luennoitsija on harvoin joku aluevastaavista ja melko usein luennoitsija voi olla täysin rakennuksen ulkopuolinen henkilö. Tällöin täytyy olla olemassa tukitoimenpiteitä, joilla varmistetaan oikeiden toimenpiteiden aloittaminen hälytyksen sattuessa.

Suojeluorganisaation toiminnan ytimessä on tulipalojen ennalta ehkäisy. Tekniset turvajärjestelmät ja alkusammutuskalusto tarkastetaan ja huolletaan aika-ajoin. Käytävät ja poistumisreitit pidetään vapaina. Aluevastaavat toimivat omalla vastuualueellaan esimerkkeinä ja puuttuvat epäkohtiin. Toimenpiteet ongelmien korjaamiseksi aloitetaan välittömästi ja niiden toteutumista valvotaan.

Suojeluorganisaatioon kuuluvien on oltava tietoisia asemastaan ja siihen kuuluvista tehtävistä sekä valmiita sitoutumaan niihin. Jotta toiminta kriisitilanteessa olisi sujuvaa, koulutuksen on oltava säännöllistä. Alkusammutusta, ensiapua ja itse poistumista harjoitellaan niin erikseen kuin yhdessäkin. Taidon ylläpitämiseksi järjestetään harjoituksia noin puolenvuoden välein.

3.3 Esivaihe



Kuva 9 Esivaihe osana poistumisprosessia.

Esivaiheessa keskeistä on vaaran nopea havainnointi ja hälyttäminen. Näin saadaan vaaraa torjuvat ensitoimet mahdollisimman aikaisin käynnistettyä, jolloin vaaran eliminointi ilman pelastuslaitoksen apua on vielä mahdollista. Vaikka vaaraa ei saataisikaan omin avuin poistettua, on nopealla esivaiheella mahdollista saada paljon arvokasta aikaa poistumisen kannalta kriittisemmille vaiheille. Nykyisellään useissa kohteissa esivaiheen havainnoinnin ja hälyttämisen hoitaa automaattisesti tehokas tekniikka, mutta siihen liiallinen turvautuminen voi olla haitaksi. Henkilöstön ja suojeleorganisaation tulee aina olla valppaina ja valmiina toimimaan tarvittaessa.

Rakennuskannasta riippuen on yliopiston kiinteistöissä käytössä monentasoisia hälytysjärjestelmiä. Uusimmissa kohteissa ja juuri peruskorjatuissa ovat usein viimeisimmät hälytysjärjestelmät, joissa palohälyttimeen on voitu yhdistää äänievakuointijärjestelmä, mikä mahdollistaa suurissa rakennuksissa vain osittaisen evakuoinnin vaaratilanteessa. Vanhemmissa kiinteistöissä on taas palohälyttimien lisäksi vain manuaalisia kuulutusjärjestelmiä, jos niitäkään. Joissain vanhemmissa rakennuksissa, kuten R-talossa, hälytysjärjestelmä ei tee automaattista ilmoitusta hätäkeskukselle lauetessaan. Teknisten järjestelmien kirjo tekee yhtenäisten toimintamallien laadinnan mahdottomaksi.

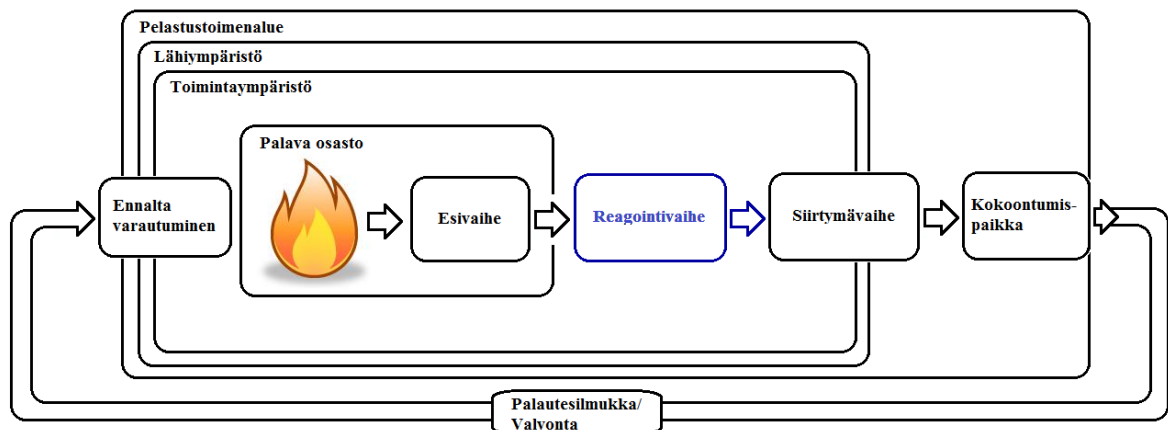
VTT:n tutkimuksen [16] mukaan tehokkain hälytystapa on palohälyttimien ja kuulutusten yhdistelmä. Pelkkä palohälyttimen ääni ei välttämättä käynnistä poistumista. Niissä rakennuksissa joissa sattuu paljon vikahälytyksiä ihmiset ovat haluttomia reagoimaan palohälyttimeen, kun taas niissä kohteissa, jossa hälytykset ovat harvinaisia hälyttimen ääni aiheuttaa lähinnä hämmennystä. Kuulutukset itsessään eivät myöskään takaa poistumisprosessin alkamista koko laajuudessaan. Niissä kiinteistöissä, joissa kuulutukset ovat tavallisia, ihmiset keskittyvät kuulutettaviin viesteihin vain hyvin lyhyen aikaa. Kuulutettavan viestin tulisi olla lyhyt ja sisältää vain keskeisimmät seikat. On kuitenkin havaittu, että manuaalinen kuulutus on automaattiviestiä tehokkaampi, vaikka sen toistettavuus on heikompi. Kun hälytysääni ja kuulutukset yhdistetään, on varmistuttava, etteivät ne kuulu päällekkäin. VTT:n saamassa palautteesta tällaisissa tilanteissa yhdistelmä aiheuttaa vain suurempaa epävarmuutta, kun kuulutuksesta ei saada kunnolla selvää. Useimmissa tällaisissa yhdistelmä järjestelmissä hälytys alkaa palohälyttimellä (60 – 90 s), jonka jälkeen tulee kuulutus ja sykli alkaa alusta. Tutkimuksessaan VTT kuitenkin toteaa, että poistuminen alkaisi aikaisemmin, jos kuulutus aloittaisi hälytyksen tai palohälyttimet soisivat

syklissä lyhyemmän aikaa. Samansuuntaisiin tuloksiin päätyivät myös brittiläisen tutkimusryhmän kokeet [13], joissa koehenkilöryhmille Middlesexin yliopistossa kokeiltiin kolmea eri hälytysvaihtoehtoa. Hitain keskiarvoreaagointiaika oli pelkällä palohälyttimellä (35,4 s), seuraavana pitkä kuulutus (22,9 s) ja kaikkein nopein oli lyhyt/ytimekäs kuulutus (12,9 s). Minimireagointiajat palohälyttimellä ja pitkällä kuulutuksella olivat suunnilleen samat (16/17 s), mutta maksimireagointiajoissa oli suuri ero kuulutuksen hyväksi (63/31 s). Ytimekäs kuulutus sai nopeimmat liikkeelle noin viidessä sekunnissa ja hitaimmatkin lähtivät liikkeelle 26 sekunnissa.

VTT:n tutkimuksessa [16] oli kahdessa teollisuuskohteessa käytössä massatekstiviestit hälytyskeinona. Tätä on myös aloitettu käyttämään Aalto-yliopiston Otaniemen kampuksen kohteissa suojeleorganisaation hälyttämiseen. Etuna tekstiviestissä varsinkin suojeleorganisaation tapauksessa on läsnäolo ilmoituksen lähettämisen mahdollisuus. Näin saadaan selville mitkä alueet kohteessa ovat ilman valvojaa ja suojelupäällikkö voi lähettää alueille korvaavat henkilöt. Laajempaan käyttöön yliopiston rakennuksissa tekstiviestistä ei ole, koska kaikki opiskelijat ja koko henkilökunnan käsittävän numeroluettelon ylläpito on mahdotonta. Tämän lisäksi opiskelijat eivät ole opinnoissaan sidottu vain tiettyyn rakennukseen.

Yksi VTT:n tutkimuksen [16] kohteista oli elokuvateatteri, jossa testattiin palohälyttimen ja henkilökunnan poistumiskehotusten rinnalla valkokankaalla esitettävää videota. Tätä menetelmää voitaisiin soveltaa myös yliopiston auditorioissa joko video tai stillkuva muodossa. Tilojen tietokoneille voitaisiin tarvittaessa pakottaa evakuointi viesti, joka näkyisi videotykin välityksellä valkokankaalla. Jos pakottaminen on talokohtaisen verkon puuttumisen vuoksi mahdotonta, salikoneiden työpöydillä voisi olla valmiiksi tallennettuna poistumisviesti, jonka luennoitsija avaa hälytyskellojen soidessa. Visuaalisen viestin avulla saadaan poistuminen alkamaan nopeammin ja haluttua poistumisreittiä pitkin. Viesti voidaan myös esittää useammalla kielellä yhtä aikaa.

3.4 Reagointivaihe



Kuva 10 Reagointivaihe osana poistumisprosessia.

Reagointivaiheessa siirrytään hälytyksen antaman informaation pohjalta normaalitoiminnasta kriisitilatoimintaan. Organisaation kannalta keskeistä on toiminnan ohjauksen ja määräysvallan siirtyminen suojeleorganisaatiolle, mikä ryhtyy oikeisiin ensitoimiin ja aloittaa itse evakuoinnin. Yksilölle tärkeää on hälytyksen tunnistaminen poistumiskäskyksi ja asianmukainen toiminta, jotta poistuminen voisi alkaa turvallisesti.

Kriisitilanteessa suojelujohto tukee ja tarvittaessa käskee alueita, mutta sen pääasiallinen tehtävä on organisoida ensitoimet ja poistuminen koko kiinteistöstä. Suojelupäällikkö varmistaa pelastuslaitoksen ilmoituksen, hälyttää apulaissuojelupäällikön, hoitaa pelastuslaitoksen opastuksen, perustaa johtamispaikan ja johtaa alkutoimia. Hän luovuttaa johtamisvastuun paloviranomaisille näiden saapuessa kohteeseen. Apulaissuojelupäällikkö suorittaa aluevalvojien hälytyksen, johtaa kokoontumis- ja ensisidontapaikkaa sekä raportoi suojelupäällikölle tilanteesta kokoontumispaikalla. Ensisijaista on tieto rakennuksen vastuualueiden tyhjentymisestä.

Aluevastaava on usein palon sattuessa ensimmäinen suojeluorganisaation jäsen paikalla. Hän varmistaa oikeiden ensitoimien aloittamisen. Välittömästi vaarassa olevat pelastetaan ja alkusammutustoimet aloitetaan. Rakennuksissa, joissa ei ole automaattista paloilmoitinjärjestelmää aluevastaava suorittaa hälytyksen pelastuslaitokselle, jonka jälkeen suorittaa kiinteistön hälytyksen ja aloittaa hätäpoistumisen. Aluevastaava tarkastaa ja tyhjentää vastuualueensa henkilöistä sekä sulkee kaikki ovet. Kokoontumispaikalla hän tarkastaa henkilöstön ja tekee ilmoituksen apulaissuojelupäällikölle. Ensiapuhenkilöstö kerää ensiaputarvikkeet sekä parit ja perustavat ensiapupaikan kokoontumispaikan läheisyyteen.

Yksilökäyttäytymisen kannalta keskeisestä on stressin tunne, joka alkaa epäselvän ja monitulkintaisen informaation saantihetkestä ja jatkuu aina siihen asti, kunnes on oltu jo jonkin aikaa turvassa. Liika stressi voi heikentää kognitiivisia prosesseja, mutta normaalina reaktiona se motivoi reagoimaan. Stressin suuruuteen vaikuttavat annetun informaation luonne, rajoitettu reagointiaika sekä vaaran läheisyys. Usko pääsystä turvaan pitää informaation prosessoinnin valppaana ja edesauttaa poistumista. [9]

Väenpaljous poistumistilanteessa voi johtaa pakokäyttäytymiseen, joka on yksilön kannalta katsottuna rationaalista, vaikka se ei olisi (välttämättä) koko joukon kannalta katsottuna järkevää. Pakokäyttäytymisen aikana henkilöt kokevat usein aikakäsityksen ja tietoisuuden muuttuvan. Aika tuntuu pysähtyvän ja he ymmärtävät, käsittelevät ja muistavat tietoa normaalista poikkeavasti. Useimmat toimivat järkevästi, mutta osa reagoi epäjohdonmukaisesti. Ansaan joutumisen dilemma alkaa siitä, kun yksilöt ryntäävät hätätilanteessa poistumisteitä kohti ja olettavat muiden tekevän samoin. Henkilöt eivät osaa ennustaa varmuudella tekevätkö muut toisin. Ajatus siitä, että suurin osa ihmisistä toimii kyseisissä olosuhteissa rationaalisesti, ainakin omien määrittystensä mukaisesti, asettuu perinteistä pakomallia vastaan, joka olettaa jokaisen panikoituvan tällaisessa tilanteessa. Paniikki on kuitenkin poikkeus tulipalossa. ”Virhevalintojen” syynä on puutteellinen informaatio. Hätäpoistumisteiden riittämätön käyttö ja ihmisten taipumus kamppailla yhdestä ainoasta poistumistiestä on myös tulkittu usein virheellisesti paniikiksi. Pikainen poistuminen vaaravyöhykkeeltä on kuitenkin tarkoituksen mukaista toimintaa. Alistuminen on paniikkia yleisempi reaktio luovuttaessa selviytymisen toivosta. [9]

Paniikin syntyminen edellyttää välitöntä hengenvaaraa, jossa kuoleman uhat ovat selkeästi läsnä, sekä pakomahdollisuuksien nopeaa hupenemista. Ihmiset eivät siis joudu paniikkiin niin kauan kun poistumisteille on vaivaton pääsy. Panikoitumisen sijaan ääritilanteissa tapahtuu usein täysin päinvastaista. Henkilöt jatkavat normaaliensa rooliensa ja tehtäviensä mukaista toimintaa. Kaikki pako ei ole paniikkia, mutta paniikkiin kuuluu aina pakeneminen. Pako on yleensä vaaratilanteessa paras vaihtoehto. Vaaratilanteessa esiintyvä toimimattomuus on usein pakenemista paljon vaarallisempaa. [9]

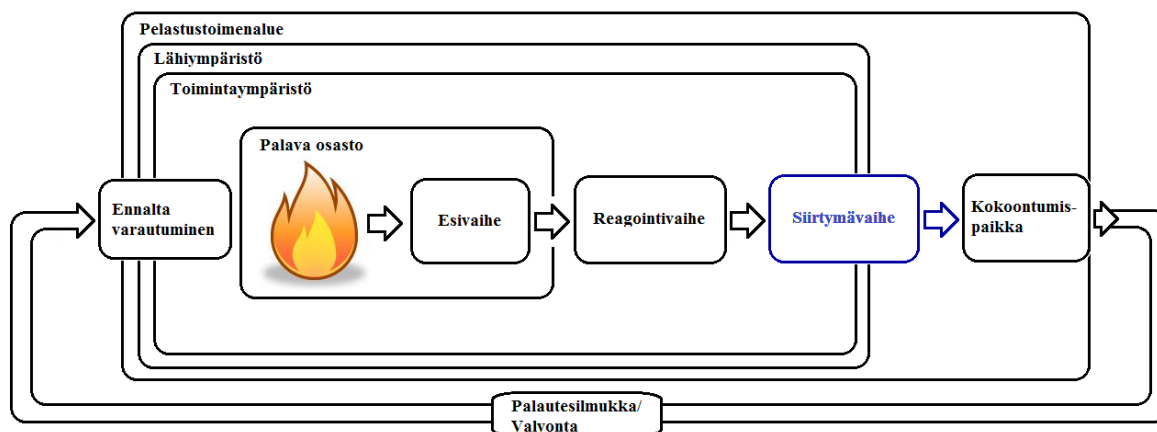
Sosiaaliset siteet ovat vaaratilanteessa voimakkaita, sillä ne ehkäisevät paniikkia ja muista piittaamattomuutta. Perheen ja ystäväpiirin merkitys korostuu palon aiheuttamassa vaaratilanteessa. Ihmiset kokoavat itselleen läheiset ihmiset yhteen ja poistuvat sitten näissä ryhmissä. Kontaktin merkitys, ”tuttuus”, ryhmän jäseniin korostuu hätätilanteissa. Tuttuus on myös syynä siihen miksi ihmiset valitsevat poistumisreitikseen useimmiten oven, josta he ovat tulleet sisälle eli käytännössä siis pääoven. Ihmiset pitävät parempana tuttuja vaihtoehtoja, koska he kokevat tuntemattomien vaihtoehtojen lisäävän vaaran uhkaa. Ihmisillä ei ole kokemusta hätäuloskäynneistä, koska niiden käyttö on usein estetty normaalissa tilanteessa. Tästä syystä poistuminen hätäuloskäynnin kautta on usein poissuljettu vaihtoehto, koska henkilö saattaa epäillä, että hätäpoistumisovi on lukittu/tukittu tai se saattaa johtaa tuntemattomaan käytävään tai muuten turvattomalle alueelle. [9]

Kun henkilö ei ole yksin poistumistilanteessa, alkaa ryhmäkäyttäytyminen. Ryhmäkäyttäytymisen syynä on usein informaation puute eli tehdään kuten muutkin tekevät. Kun tilanteen vakavuuden arviointi on vaikeaa, muiden käyttäytyminen vaikuttaa omaan käyttäytymiseen. Tämä on helppo havaita suurissa avoimissa tiloissa, joissa ihmiset istuvat, kuten esimerkiksi auditorioissa, joissa yhden henkilön päätös lähteä liikkeelle saa koko salin nousemaan ylös ja poistumaan [16]. Ryhmissä liikuttaessa ilmenevä ”vastuun siirtäminen” saattaa estää auttamasta, kun oletetaan, että joku muu auttaisi. Toisaalta ryhmässä auttamishalu myös tarttuu helposti. Jos joku pysähtyy auttamaan, niin myös muut tarjoavat apuansa. Johtajan vaikutus epäselvässä tilanteessa kasvaa. Kun joku on valmis antamaan selkeitä ohjeita ja ottamaan ohjat käsiinsä, saa se massassa aikaan turvallisuuden tunnetta. Näin yksittäinen auktoriteettihahmo voi ohjata suuriakin ihmismääriä. [9]

Suurin hidaste poistumistilanteessa on siis informaation laatu ja sen saavuttavuus. Heikko laatuinen informaatio poistumisesta tai kuuluvuusongelmat sen kanssa aiheuttavat epätietoisuutta, joka viivästyttää henkilöiden liikkeellelähtöä. Jotkin henkilöt saattavat ryhtyä etsimään lisätietoa omatoimisesti ja harhailullaan aiheuttaa vaaraa niin itselleen kuin muillekin. Keskittymällä poistumisviestiin, oli se sitten palosireeni tai kuulutus, saadaan yksilöt liikkeelle lyhyemmässä ajassa, mikä merkittävästi lyhentää rakennuksen evakuointiaikaa. Yliopiston rakennusten tapauksessa nousee esille toinenkin merkittävä tekijä, nimittäin ryhmän muodostus. Vaikka massat saataisiin nopeasti liikkeelle luentosaleista, poistuminen hidastuu kun henkilöt alkavat etsimään ystäviään ja muodostamaan ryhmiä ennen lopullista poistumista. Joissain tilanteissa sama poistumisen hidastuminen syntyy, kun yksilöt alkavat kasata omaisuuttaan esimerkiksi naulakosta ennen rakennuksesta poistumista. Näissä tilanteissa aluevalvojien ja luennoitsijoiden auktoriteettiasema nousee arvoonsa poistumista ylläpitävänä voimana.

Yliopiston rakennuksissa luentokauden aikana suurin osa käyttäjistä on opiskelijoita, jotka ovat nuoria terveitä aikuisia. He eivät tarvitse poistumisen yhteydessä muuta kuin informaation evakuoinnin aloittamisesta ja kokoontumispaikasta. Suojeluorganisaation toimenpiteiden painopiste onkin huoneiden tyhjentymisen tarkistamisessa, ”harhailijoiden” paimentamisessa ja liikuntarajoitteisten auttamisessa. On myös huomioitava, että yliopistot ovat kansainvälisiä työ- ja opiskelupaikkoja, joten käskyttämiseen on varauduttava usealla kielellä (vähintään suomeksi ja englanniksi).

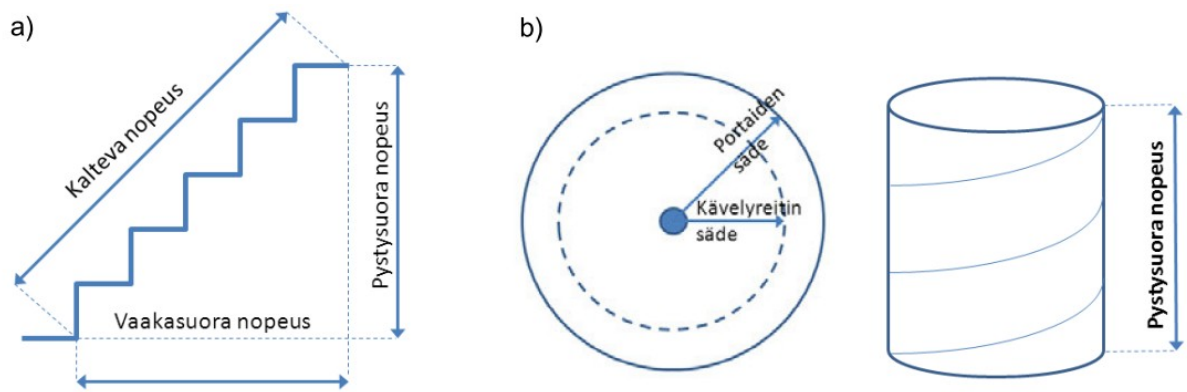
3.5 Siirtymävaihe



Kuva 11 Siirtymävaihe osana poistumisprosessia.

Siirtyminen alkaa kun hälytysviesti on ymmärretty ja päätös poistumisesta on tehty. Tilanteesta riippuen siirrytään joko kokoontumispaikalle tai seuraavaan turvalliseen palo-osastoon (poistumisalueelle). Jokainen poistuja kulkee omaa vauhtiaan, johon vaikuttavat niin ikä, kunto, sukupuoli kuin poistumisreitit tuttuus. Liikkumista poistumisreitillä hidastavat mm. portaikot, ovet ja yleinen näkyvyys. Lisäksi hätäpoistumistilanteessa hissien käyttäminen on kiellettyä, joten aluevastaavien on varauduttava avustamaan liikuntarajoitteisia poistumisessa. Määräysvaltaa käyttämällä liikuntarajoitteisille käsketään muiden poistujien joukosta avustajia tarvittava määrä. Koska poistumisen on tapahduttava portaita pitkin, on esimerkiksi oikeita kanto-otteita hyvä harjoitella ensiapukoulutuksen yhteydessä.

Olkoot porras sitten suora tai kierteinen vaikuttaa se aina siirtymisnopeuteen poistuttaessa myös kerroksittain mm. liittyvien virtausten vaikutuksesta. Opasteiden, näkyvyyden ja valaistuksen on havaittu vaikuttavan merkittävästi kävelynopeuteen portaissa. Suurimmat poistumistilanteen nopeudet portaissa on ulkomaisissa tutkimuksissa saavutettu 57 luksin hätävalaistuksen ja jälkivalaisevien opasteiden yhdistelmän avulla. Jatkotutkimuksessa on parhaaksi portaiden merkitsemistavaksi osoittautunut suora jälkivalaiseva teippi jokaisen portaalan reunassa. Myös kävelijän henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat kävelynopeuteen portaissa. Esimerkiksi pystysuora etenemisnopeus (Kuva 12a) ylöspäin mentäessä on 0,32 m/s (aikuinen mies) – 0,26 m/s (iäkäs nainen) ja alaspäin mentäessä 0,42 m/s (aikuinen mies) – 0,26 m/s (iäkäs nainen). Käytännössä vain Suomessa katsotaan kierreportaat poistumisreitiksi, kun ne muualla maailmassa ovat lähinnä aulatilojen koristeita. VTT:n tutkimuksessa kierreportaiden osalta on todettu, että kävelynopeudet kierreportaissa ovat pääosin samansuuntaisia suorien portaiden kanssa. Kierreportaiden pystysuoraan etenemisnopeuteen (Kuva 12b) vaikuttaa voimakkaasti portaiden geometria niin ylös kuin alaspäin kuljettaessa. Yllättävintä oli, ettei kunnolla näyttänyt olevan vaikutusta etenemisnopeuteen vaan kävelytyylillä (testihenkilöt nuoria aikuisia). kävelynopeuden tasaisella katsottiin korreloivan pystysuoran etenemisnopeuden kanssa, kun taas Cooper-testi tuloksilla ei ollut vaikutusta. Kyselytutkimuksesta ilmeni, että kunto näytti vaikuttavan vain siihen kuinka raskaana henkilö koki portaiden kulkemisen. Tutkijaryhmä toteaaakin raportissaan, että ”henkilöt eivät sopeuta nousunopeuttaan sen perusteella, mikä heidän kuntonsa on”. [15]



Kuva 12 a) Suoriin, b) Kierreportaisiin liittyviä määritelmiä.

Heikentyneen näkyvyyden vaikutusta kävelynopeuteen on tutkittu useilla kokeilla muun muassa Suomessa VTT:n toimesta [15], jonka kokeissa tarkkailtiin niin liikkeen hidastumista kuin reitinoppimista. Kokeessa suoritettiin neljä koekierrosta, joissa ensimmäisessä näkyvyys oli normaali, toisessa 10 – 12 metriä, kolmannessa 5 – 7 metriä ja viimeisessä maksimissaan 0,25 metriä. Koetta oli suorittamassa neljä noin kymmenen hengen ryhmää, joista ainoastaan ryhmä 1 suoritti kaikki kokeet, millä tarkkailtiin reitin oppimisen vaikutusta. Muuten ryhmät suorittivat vain numeronsa mukaisen koekierroksen. Ryhmä 1 suoritti ensimmäisen koekierroksen ”savuisen” osuuden keskikävelynopeudella 1,46 m/s. Koekierroksen 2 keskikävelynopeus savussa oli 1,30 m/s (ryhmä 1 1,41 m/s ja ryhmä 2 1,20 m/s). Koekierroksella 3 keskikävelynopeudeksi heikossa näkyvyydessä muodostui 1,41 m/s (ryhmä 1 1,39 m/s ja ryhmä 3 1,43 m/s). Viimeisen koeasetelman keskikävelynopeus oli 0,44 m/s (ryhmä 1 0,51 m/s ja ryhmä 4 0,36 m/s), mikä on selkeästi muita hitaampi. Tuloksista voidaan todeta, että kävelynopeus hidastuu merkittävästi vasta kun näkyvyys on lähes nollassa. Samalla voidaan sanoa poistumisreitintuttuuden vaikuttavan positiivisesti kävelynopeuteen, kun näkyvyys on todella heikko. VTT:n kokeessa saamat kävelynopeudet ovat alan kirjallisuuden arvoja hieman korkeammat, mikä selittyy sillä, että ulkomaisissa kokeissa on käytetty ärsyttävää savua (palava puu tai ammoniakki lisänä teatterisavussa) sekä esteitä poistumisreitillä. Savun ärsyttävyys näyttää kasvattavan yksilöllisten tekijöiden vaikutusta sekä esteet vaikeuttavan tilan oikeanlaista hahmottamista, mitkä hidastavat keskikävelynopeutta. [15]

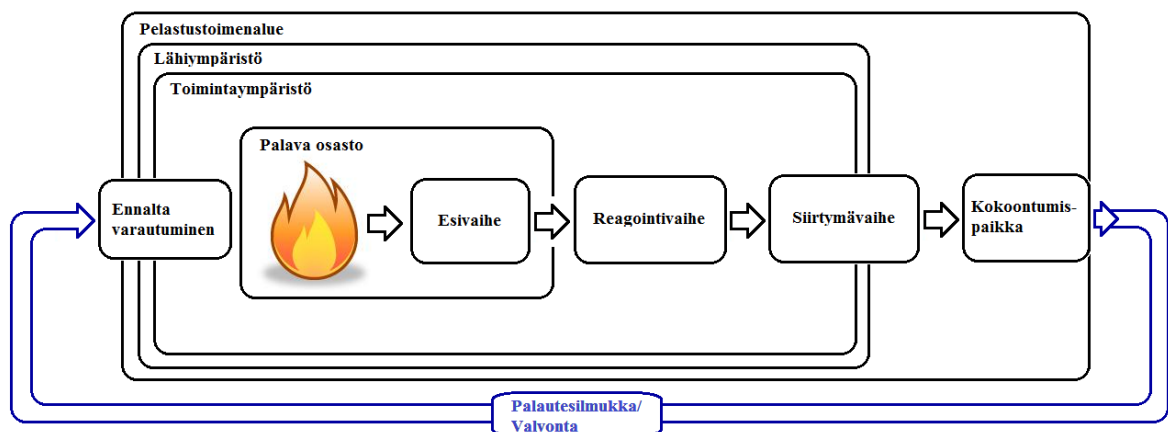
Yleisin este poistuttaessa rakennuksesta on ovi. Oviin liittyy poistumisen kannalta joitakin keskeisiä ongelmia. Kullakin ovella on sen leveydelle ominainen maksimiläpivirtaus, joka aiheuttaa suurien poistujamassojen kohdalla ruuhkautumista. Osa rakennuksen ovista voi olla tarkoitettu ainoastaan poistumiseen, jolloin niiden lukitusratkaisut saattavat olla normaalista poikkeavat tai osa avausmekanismeista on suojattu kuvuilla. Tällaiset ovet asettavat haasteen poistujille, koska ne eivät ole jokapäiväisestä elämästä tuttuja. Poistuminen saattaa hidastua tai jopa pysähtyä ovelle, jonka avausmekanismi on epäselvä.

VTT:n paloturvallisuustutkimusryhmä on tehnyt kokeita koskien ovia poistumistilanteessa. OVI 1 –kokeessa tutkittiin jononmuodotusta ovella. Kun koehenkilöt saapuvat tuplaleveälle ovelle jonossa, käyttävätkö he mahdollisuutta muodostaa oven kohdalla toisen jonon. Kokeessa todettiin, että poistujat ovat taipuvaisia noudattamaan ”oikeanpuoleista liikennettä” ja pysymään samassa jonossa edellä kulkevan kanssa. Toisaalta, jos edellä oleva tekee päätöksen aloittaa uuden jonon, ovat häntä seuraavat taipuvaisia liittymään uuteen jonoon. [15]

OVI 2 –koe keskittyi kaksilehtisen oven käyttöasteeseen, missä käytävällä olevassa ovessa oli ns. vasikka eli lisälehti. Ovien aukaisumekanismeja oli kaksi. Tavallisen kahvan lisäksi oli vaakapuomi. Kokeissa havaittiin vaakapuomin aiheuttavan avaajassa hämmennystä sen outouden vuoksi. Ovesta tai puomissa ei ollut minkäänlaisia ohjeita ja avaajat yrittivät ensin nostaa puomia, vaikka se toimii painettaessa. Kokeeseen osallistui kaksi koehenkilöryhmää, jotka suorittivat poistumisen sekä normaalikahvaisella, että vaakapuomiovella. A ryhmässä eräs naishenkilö avasi molemmilla kerroilla vasikan, mutta hänen edellään oli ovesta jo kulkenut useita koehenkilöitä. Tästä ja ryhmän pienuudesta johtuen lisälehtien avaamisella ei ollut vaikutusta virtausnopeuteen. Ryhmässä B kukaan ei avannut vasikkaa ensimmäisellä kerralla, mutta toisella kerralla yksi testattavista avasi lisälehtien ja sillä oli suuren ryhmän osalta vaikutusta henkilövirtaan. Ihmiset ovat siis oppineet tiettyihin avausmekanismeihin ja uudet aiheuttavat aina ihmetystä. Samoin olemme tottuneet kulkemaan ovista avaamatta koskaan lisälehteä, jos sellainen on, mikä saattaa hidastaa poistumista todellisessa tilanteessa, kun henkilövirran kasvulle olisi tarvetta. [15]

Merkittävin ovikokeista oli OVI 4 –koe, jossa tutkittiin yleisessä käytössä olevien vihreiden salpojen suojakupujen vaikutusta poistumiseen. Koehenkilöistä puolet suoritti kokeen vedettävällä ja puolet työnnettävällä ovella. Koehenkilöt eivät tienneet ennalta kokeilevansa oven lukitusta, missä heidän piti rikkoa vihreä kupu päästäkseen ovesta, vaan heitä pyydettiin poistumaan alkutilasta tiettyä reittiä pitkin. Koetta seuranneet toimitsijat eivät auttaneet poistujia millään tavalla. Koe katsottiin keskeytetyksi, jos aikaa ovella kului yli minuutti tai poistuja katsoi useaan kertaan toimitsijaa yrittämättä avata ovea. Yllättäen kokeen onnistumisprosentti oli vain 44 %. Heistä nopeimmat suoriutuivat ovesta noin 2 sekunnissa kun hitaimmilla meni noin 10 sekuntia. Kolmannes poistujista ei edes koskenut vihreään kupuun kokeen aikana. Tyypillinen suoritus oli, että tartuttiin kahvaan, mutta kun ovi ei auennut, käännettiin pois. Kyselyn vastaukset paljastavat enemmistön katsoneen käyttäytyneen kuten oikeassa tilanteessa. Tätä taustaa vasten 44 % läpäisyprosentti on hieman huolestuttava ja herättää kysymyksiä (esim. poistumisharjoitusten roolista). [15]

3.6 Omatoiminen valvonta ja palautesilmukka



Kuva 13 Palautesilmukka ja valvonta osana poistumisprosessia.

Jos rakennuksessa joskus sattuu jotain, on siitä aina voitava ottaa oppia. Samaa virhettä ei koskaan saa toistaa. Jokaisen tilanteen lopputulos on tarkasteltava tarkkaan ja siltä pohjalta on laadittava parannuksia. Meillä on kuitenkin menetelmiä, joilla tätä palautesilmukkaa voidaan hyödyntää ilman oikeaa onnettomuutta/vaaratilannetta. Poistumisharjoitukset sekä rakennuksen sisäinen valvonta ja auditointi paljastavat kohteen heikkouksia siinä missä

oikeatkin tilanteet. Rakennuksen turvallisuus ei ole pysyvä tila vaan se on tulos jatkuvasta kehittämisestä.

Kohteessa luodaan selkeät sisäiset seurantamittarit ja tiedotusohjeet niin läheltä piti kuin vaara- ja onnettomuustilanteille. Samalla otetaan käyttöön palaute- ja palkitsemisjärjestelmä turvallisuuteen vaikuttaville asioille. Näin edesautetaan sitä että kaikki mahdolliset epäkohdat tulevat suojeluorganisaation tietoon ja niihin päästään vaikuttamaan ajoissa. Mikään seikka ei saa vaikuttaa liian pieneltä tai vähäpätöiseltä raportoitavaksi (esim. auki kiilattu palo-ovi tai toimimaton ovipumppu). Suojeluorganisaatioon on nimettävä palautejärjestelmälle vastaava, jolla tulee olla toimeenpano-oikeus parhaaksi/kiireellisimmiksi katsomilleen palautteille. Ilman nimettyä vastuuhenkilöä, jolla on valta toimia, ei tällainen järjestelmä koskaan toimi.

Omatoiminen auditointi toimii osana itsenäistä valvontaa antaen kokonaiskuvan rakennuksen turvallisuuden tasosta verrattuna lain vaatimaan tasoon. Vuoden 2013 keväällä päättynyt Turvallisuuskulttuuria kehittävä valvonta II (TuKeVa II) –tutkimushanke tarjoaa tähän tarkoitukseen kaksi vaihtoehtoista mallia niin palotarkastajien kuin kiinteistöjen itsensäkin käytettäväksi. Ensimmäinen on Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen kehittämä ”Auditoinva palotarkastusmalli” ja toinen on TUTOR (Turvallisuustoiminnan riskienarviointi) –malli, jonka on kehittänyt Keski-Uudenmaan pelastuslaitos yhteistyössä eri turvallisuusviranomaisten, elinkeinoelämän ja vakuutussektorin edustajien kanssa. Kumpaakin mallia on kehitetty ja ne ovat olleet käytössä kunkin pelastuslaitoksen alueella jo vuodesta 2009. Mallit mittaavat kohteen ja organisaation turvallisuuskulttuurin tasoa asteikolla 1 – 5, jossa taso kolme on lakisääteinen perustaso. Malleja hyödynnetään pelastuslaitosten toimesta mm. kohteiden valvontavälin määrittämiseen sekä valvontakohteiden valintaan. Kohteet voivat itse käyttää malleja omatoimiseen valvontaan, jolla saadaan kuva rakennuksen turvallisuudesta ja voidaan laatia tavoitteita/toimenpiteitä tasojen parantamiseksi. Nostamalla kohteen luokitusta voi suojeluorganisaatio saada paloviranomaisen pidentämään palotarkastusten sykliä. [8]

Alun perin Helsingin pelastuslaitoksen kehittämässä Auditointimallissa tarkastuskohteet arvioitiin asteikolla 0 – 4 (0 = erinomainen, 2 = lainmukainen, 4 = välinpitämätön) kuuden eri tekijän suhteen. Nämä ovat johtaminen ja organisaatio, riskienhallinta, pelastussuunnitelma, fyysinen turvallisuus, tekniset turvajärjestelmät ja turvallisuuskoulutus. Kuitenkin havaittiin, että ne kohteet, joissa toiminta oli heikolla tasolla, saivat suuret pisteet kautta linjan ja päinvastoin [6]. Käyttö ja asiakaskyselyiden sekä TUTOR –mallin kokemusten perusteella mallia kehitettiin edelleen siten, että asteikoksi valittiin TUTOR:in mukaisesti 1 – 5 ja kriteeristöä täsmennettiin (Kuva 14). Mallin tavoitteena on tarjota yhdenmukaista toimintatapaa palotarkastuksiin, jolloin toiminnan laatu paranee ja asiakkaiden yhdenvertaisuus lisääntyy. [8]

OMATOIMISEN VARAUTUMISEN AUDITOINTI



Kuva 14 Auditointimallin rakenne (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2012, [8])

Auditointimallin toimivuudesta on saatu jo tilastollista tietoa ja sen valossa on todettu kahden auditoikerran välillä selkeää parannusta niiden kohteiden auditointipisteissä, joissa toteutettiin myös jälkivalvontaa. Jälkivalvonnalla pyritään lisäämään valvonnan uskottavuutta ja estämään samojen turvallisuuspuutteiden esiintyminen tarkastuksesta toiseen. Useimmissa kategorioissa päästiin kokonaan eroon heikoimmasta pisteluokasta. Samalla lakisääteisyyden määrä nousi kautta linjan ja muutamissa kohteissa päästiin jopa maksimipisteisiin joillakin osa-alueilla. [8]

Keski-Uudenmaan pelastuslaitos lähti oman TUTOR –mallinsa kehitykseen samoista lähtökohdista kuin Helsingin kaupungin pelastuslaitoskin, mutta he halusivat kehitystyöhön mukaan edustajia yritysmaailmasta, vakuutussektorilta, korkeakouluista sekä muilta viranomaisilta. Näin pyrittiin varmistamaan tuotettavan mallin laadulliset lähtökohdat sekä soveltuvuus asiakkaalle. TUTOR malli pisteyttää kohteet samoin kuin Auditointimallikin 1 – 5, mutta se jakaa turvallisuustoiminnan kahdeksaan osa-alueeseen minkä lisäksi arvioinnista on olemassa neljä eri versiota (Kuva 15). Eri versioilla (Home, Light, Basic ja Max) turvallisuustoiminnan riskienarviointimalli on kehitetty monitasoiseksi työkaluksi, jolla vastataan eri asiakkaiden tarpeisiin kohteen koon, erityispiirteiden sekä toiminnan luonteeseen liittyvien riskien mukaisesti. TUTOR taipuu arvioimaan kaikenkokoisia kohteita ja organisaatioita asuinrakennuksista, pk-yrityksiin, tuotantolaitoksiin sekä ketjuihin ja konserneihin. [8]



Kuva 15 TUTOR -turvallsuustoiminnan riskienarviointimalli [8]

TUTOR –mallissa kohde määrittää turvallisuuden tavoitetilan (johdon tahtotila) sekä tunnistaa turvallisuuden nykytilan itsearvion ja viranomaisarvion voimin. Malli tuo esille turvallisuuteen liittyvät toiminnalliset, organisatoriset sekä tekniset epäkohdat ja antaa toimenpiteet tavoitetilan saavuttamiseksi (kehityspolku). [8]

Tulevaisuudessa kohteen pisteytys tulee vaikuttamaan voimakkaasti määräaikaisten palotarkastusten taajuuteen, kun pelastuslaitokset uudistavat toimintaansa. Esimerkiksi Helsingin kaupungin pelastuslaitoksella on tarkoitus ottaa käyttöön uudenlainen asiakkuuksien luokittelumalli, jossa alueen rakennukset jaetaan kuuteen pääluokkaan niiden luonteen mukaan:

- A1 Ympärivuorokautisessa käytössä olevat rakennukset
- A2 Opetusrakennukset ja päiväkodit
- A3 Kokoon-tumis- ja liiketilat
- A4 Teollisuus- ja varastorakennukset
- A5 Maatalousrakennukset
- A6 Muut rakennukset

Jokaisella pääluokalla on alaluokkansa, jotka jatkoluokitellaan neljään kriittisyysluokkaan (1 – 4), joista luokka 1 on kriittisin. Kriittisyyden luokittelukriteereitä ovat mm. toiminnan luonteen riskialttius, onnettomuuden potentiaaliset seuraukset, ihmisten määrä, rakennuksen koko ja moninaisuus sekä operatiivisen pelastustoiminnan haasteellisuus. Näille luokille on taulukoitu kuvan 16 mukaisesti tarkastusvälit audiotointiarvoittain. Näin pelastuslaitos voi valmistella valvontatyön rungon aina viideksi vuodeksi kerrallaan. Tällainen ennustettavuus antaa kiinteistöille niin rahallisen (harvemmin tarkastuksia) kuin moraalisen (”meidän talo on naapuriamme parempi”) kannustimen oman pelastusturvallisuutensa parantamiseksi.

	1v	2v	3v	4v	5v	Perustelut
KRIITTISYYSLUOKKA 1 (yht. 276 kpl)	1 2+?	3	4 5			Kohteet toiminnan luonteeltaan erityisen riskialttiita, kooltaan suuria ja teknisiltä ratkaisuiltaan haastavia. Suuronnettomuusvaara. Kohteet toiminnallisesti muutosherkkiä. Ihmisten ja vaarallisten kemikaalien määrä kohteissa on poikkeuksellisen suuri. Palotarkastuksen suorittaminen edellyttää erityistä osaamista. Kriittisimmissä kohteissa tarkastuksella mukana operatiivisen osaston henkilö.
KRIITTISYYSLUOKKA 2 (yht. 1749 kpl)	1	2+?	3	4 5		Kohteet toiminnan luonteeltaan riskialttiita, kooltaan suurehkoja. Tekniset ratkaisut ovat monipuolisia, mutta ei erityisen sovellettuja. Operatiivinen toiminta onnettomuustilanteessa haastavaa. Kohteessa paljon ihmisiä tai vaarallisia kemikaaleja. Onnettomuustilanteiden vaikutukset vakavia. Palotarkastuksen suorittaminen edellyttää vahvaa osaamista.
KRIITTISYYSLUOKKA 3 (yht. 2756 kpl)	1			2+?	3 4 5	Kohteet toimintoiltaan, rakenteiltaan ja ihmismääriltään tavnomaisia. Kohteessa voi olla vaarallisia kemikaaleja, mutta ihmismäärät pysyvät kohtuullisen pieninä. Palotarkastuksen suorittaminen edellyttää perusmuotoista osaamista.
KRIITTISYYSLUOKKA 4 (yht. 850 kpl)	1				2+? 3 4 5	Kohteet rakenteeltaan, kooltaan ja teknisiltä ratkaisuiltaan yksinkertaisia ja pysyväisluonteisia. Ihmisten ja vaarallisten kemikaalien määrä on alhainen. Palotarkastuksen suorittaminen edellyttää perusmuotoista osaamista.
Uudiskohteet kaikista asiakasluokista	+2Q lopullisesta käyttöönnotosta					Turvataan mahdollisuus vaikuttaa omatoimisen varautumisen rakentumiseen.

Kuva 16 Kriittisyysluokat ja niiden valvontavälit (? = auditoimaton) [8]

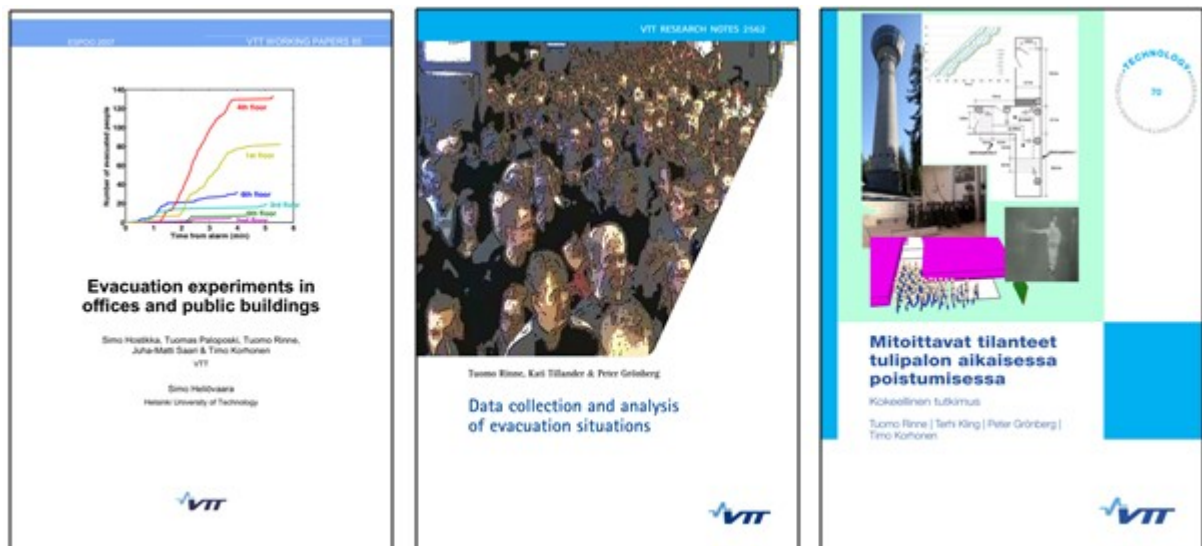
4 Poistumisharjoitukset

Poistumisharjoitus on ainoa tapa saada todellinen kuva rakennuksen poistumisturvallisuuden tilasta. Poistumisharjoitus paljastaa niin tekniikan kuin ihmisten toiminnan aukot ja heikkoudet. Samalla muistutetaan rakennuksessa olijoita aika-ajoin siitä kuinka tärkeitä arjen pienet teot ovat kaikkien turvallisuudelle. Harjoitusten yhteydessä voidaan kouluttaa uusia suojeleorganisaation jäseniä samalla kun vanhat pääsevät kertaamaan jo opittua.

Jokavuotinen poistumisharjoitus tarjoaa puitteet yleisen turvallisuuden tason nostolle, uusien toimintamallien ja muiden parannusten koestamiselle sekä olemassa olevien ylläpidolle. Tekniset järjestelmät tarkastetaan ja huolletaan ennen harjoitusta. Suojeleorganisaatio täydennyskoulutetaan ja henkilökuntaa muistutetaan yleisestä turvallisuudesta. Harjoituksen on tarkoitus jättää jokaiselle siihen osallistuneelle onnistumisen tunne.

4.1 Kirjallisuuskatsaus Suomessa tehtyihin dokumentoituihin poistumisharjoituksiin

VTT:n Paloturvallisuustyöryhmä on 2000-luvulla tehnyt tutkimusta poistumisturvallisuudesta usean julkaisun edestä (kuva 17). Julkaisut käsittävät kokeellista dataa poistumisharjoituksista ja poistumisen osatilanteista sekä analyyskejä todellisista poistumistilanteista.



Kuva 17 VTT:n Paloturvallisuustutkimusryhmän poistumisturvallisuus julkaisut 2000-luvulta

Ensimmäinen julkaisu ”Evacuation experiments in office and public buildings” on vuodelta 2007. Tämä julkaisu keskittyy itse harjoitusten ohella datankeräysmenetelmien soveltuvuuden tarkasteluun. Julkaisu käsittää kolme järjestettyä harjoitusta sekä yhden todellisen poistumistilanteen. Poistumisharjoitukset järjestettiin Otaniemen kampuksen pää kirjastossa sekä yhdessä suuressa sekä toisessa keskisuuressa toimistotalossa. Harjoitukset suunniteltiin yhdessä paikallisen suojeleorganisaation kanssa. Harjoituksissa pyrittiin ohjaamaan poistujat epätavallisille poistumisreiteille tukkimalla yleisin poistumisreitti teatterisavulla. Harjoituksia tallennettiin niin videokameroin kuin RFID-kortein. Todellinen poistumistilanne tapahtui eräässä Etelä-Suomen ostoskeskuksessa helmikuussa 2007. Tätä tilannetta analysoidaan julkaisussa valvontakameroiden tallenteiden perusteella. [5]

Julkaisussa todetaan poistumisessa kerätyn datan yhtenevän olemassa olevan kansainvälisen materiaalin kanssa. Tallennusvälineistä RFID menetelmän katsotaan olevan liian häiriöaltis luotettavaksi seurantamenetelmäksi. Kortin tulisi olla selkeästi esillä päällimmäisenä vaatetuksessa, jotta vastaanottimilla olisi mahdollista rekisteröidä tarkastuspisteen ohittava henkilö. Tästäkin huolimatta kaikki kortit eivät rekisteröidy kaikilla asemilla. Videotallenteiden katsotaan olevan luotettavin menetelmä, kunhan kameroiden kuvan synkronoinnista ja kuvataajuuden yhtenevyydestä pidetään huolta. [5]

Seuraava julkaisu ”Data collection and analysis of evacuation situations” on vuodelta 2010. Julkaisu käsittää 18 dokumentoitua tapausta, joista kolme on todellisia poistumistilanteita, 13 poistumisharjoituksia ja kaksi normaaleja stadionin tyhjentymistilanteita. Tilanteet ovat vuosilta 2007 – 2010 ja niissä on poistujia kuudesta osallistujasta aina tuhansiin per harjoitus. Materiaalin keräämisessä on hyödynnetty edellisen julkaisun harjoituksissa opittua ja keskitytty videotallenteisiin. Materiaalia on käsitelty kahdelta näkökannalta, kvalitatiivisesti ja kvantitatiivisesti. Kvalitatiivisiin kuuluvat mm. ihmisten reagointi hälytykseen, ryhmäkäyttäytyminen, henkilökunnan toimet sekä poistumisreitien valinta. Kvantitatiivisiin sisältyvät reagointiajat, evakuointiajat, kävelynopeudet eri tilanteissa sekä virtausnopeudet. [16]

Julkaisu antaa kattavan kuvan erilaisten rakennusten ja toimintaympäristöjen toiminnasta poistumistilanteissa niin laadullisesti kuin määrällisesti. Kaiken kaikkiaan materiaalista kerätyn on jälleen katsottu vastaavan valtaosaltaan kansainvälisen materiaalin vastaavia havaintoja. Videomateriaalin läpikäymiseen on käytetty Evacounter sovellusta, joka helpottaa kaikkien kvantitatiivisten tapahtumien laskemista huomattavasti tehden suuren tietomäärän seulomisen mahdolliseksi. [16]

Viimeisin julkaisu ”Mitoittavat tilanteet tulipalon aikaisessa poistumisessa” vuodelta 2012 keskittyy poistumisen osatilanteiden kokeellisen tutkimukseen. Tällaisia osatilanteita ovat mm. jononmuodostus ovilla, suojakuvun rikkominen ovella, vastavirtaus oviaukossa/käytävällä, ovilehden momentin ja aukaisukulman vaikutus sekä näkyvyyden heikkenemisen vaikutus. Näiden lisäksi julkaisussa tarkastellaan kierreportaiden, jotka ovat Suomessa hyvin yleinen varapoistumisreitti, toimintaa poistumistilanteessa. Kaikki kokeet on toteutettu käyttäen varusmiehiä ja pelastusopiston opiskelijoita koehenkilöinä. Tuloksia on kerätty niin videotallentein kuin kyselykaavakkein. Kokeiden tarkoitusta tai tavoitetta ei kerrottu koehenkilöille ennen suoritusta, jotta toiminta olisi mahdollisimman todenmukaista. [15]

Useat kokeet olivat ensimmäisiä laatuaan eikä niille löydy vielä vertailukohtaa maailmalta. Toisaalta esimerkiksi kierreportaiden tapauksessa tällaista vertailumateriaalia tuskin ulkomailta tulee, koska muualla maailmassa tällaista porrastyyppeä ei katsota poistumisreitiksi. Ne kokeet, joille löytyi vertailukohtia, vastasivat niitä kohtuullisesti. Eroavuudet näkyvyyskokeissa voidaan selittää sillä, että näissä kokeissa käytetty savu ei ollut ärsyttävää, mikä vaikuttaa koehenkilöiden toimintaan. [15]

Tämä julkaisusarja antaa perusteellisen kuvan poistumisen ja poistumisharjoitusten kokeellisesta tutkimuksesta ja tulosten luonteesta. Näiden teosten oppeja on sovellettu seuraavien poistumisharjoitusten tallentamisen suunnittelussa sekä tulosten käsittelyssä.

4.2 Poistumisharjoitus 1 (Rakentajanaukio 4, syksy 2012)

Rakentajanaukio 4 (R-talo) on Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun rakennustekniikan sekä yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitosten opetus- ja tutkimusrakennus (kuva 18). Kiinteistön omistaa ja sen kiinteistöhuollosta vastaa Aalto-yliopistokiinteistöt Oy, joka hallinnoi suurintaosaa Otaniemen kampusalueen kiinteistöistä. R-talossa on opetus- ja toimistotilojen lisäksi koehalli sekä laboratoriotiloja. Kiinteistössä on kolme maan päällistä kerrosta sekä yksi osittain maanalainen kerros (Liite 2). Päivällä rakennuksessa saattaa olla samanaikaisesti enimmillään 550 henkilöä (100 henkilökuntaa, 450 opiskelijointa/vierailijointa) ja illalla 160 (20 henkilökuntaa, 140 opiskelijointa). Yöaikaan rakennuksessa voi olla vaihtelevasti alle 10 henkilöä.



Kuva 18 Rakentajanaukio 4 ilmakuvassa (Google Earth palvelusta)

Rakennuksessa on automaattinen palovaroitinjärjestelmä, jonka ilmaisimet on sijoitettu riskialttiisiin tiloihin koehallissa ja laboratoriotiloissa. Koehallissa ja laboratoriotiloissa on niiden toiminnan sekä tutkimustyön kannalta keskeisiä kaasuja ja kemikaaleja, joista osa on haitallisia tai paloa edistäviä. Kaikki tällainen materiaali on lukituissa tiloissa tai säilöissä ja niille on omat turvaohjeensa. Rakennus on suunniteltu, toteutettu ja tarkastuksin todettu turvalliseksi.

4.2.1 Tausta

R-talossa oli syksyllä 2012 akuutti tarve pelastussuunnitelman päivitykselle, suojeleorganisaation uudistamiselle ja koulutukselle sekä poistumisharjoitukselle. Tilanteessa nähtiin mahdollisuus opintosuoritusten toteuttamiselle sekä vielä harvinaisen kotimaisen poistumistilanne materiaalin keräämiselle.

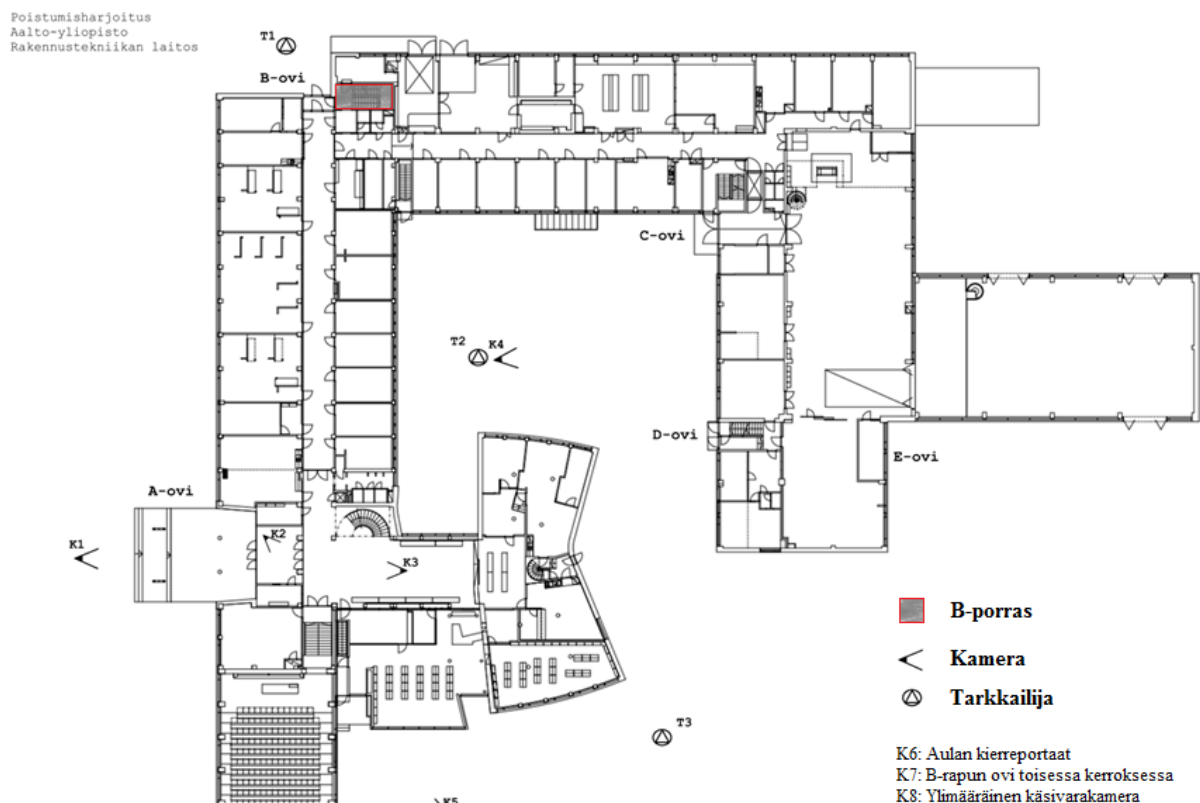
Pelastussuunnitelma päivitettiin voimassaolevan lainsäädännön mukaiseksi ja kaikki sen sisältämät kohdat ja niiden paikkansapitävyys varmistettiin. Samalla suunnitelmaan lisättiin toimintaohjeet aseellisen hyökkääjän varalta, mikä valitettavasti on nykyisellään

välttämätöntä. Suojeluorganisaation kokoonpano tarkistettiin sekä täydennettiin ja kaikille järjestettiin täydennyskoulutus. Vaikka jo järjestelyjen aikana huomioitiin parannusehdotuksia poistumisturvallisuuteen, ei niitä tietoisesti haluttu vielä laittaa täytäntöön. Näin toimimalla haluttiin saada todellinen kuva Aalto-yliopistolla yleisesti käytössä olevan mallin toimivuudesta. Kun harjoitus päätettiin toteuttaa ennalta ilmoittamattomana sekä taltioida tutkimuskäyttöön ja diplomityön materiaaliksi, katsottiin sopivaksi rekrytoida käytännön järjestelyihin palotekniikasta kiinnostuneita opiskelijoita. Nämä opiskelijat tuottivat harjoituksen pohjalta Rakennustekniikan erikoistoita.

4.2.2 Suoritus

Harjoitus järjestettiin loppusyksystä 2012 (ke 17.10.2012), jolloin maassa ei ollut vielä lunta (Liite 3). Harjoitusta kutsuttiin seuraamaan Aalto-yliopiston kampus ja tilapalveluista työsuojelupäällikkö Lasse Wallius, VTT:n Paloturvallisuustutkimusryhmän tutkija Tuomo Rinne sekä Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen edustajana palotarkastaja Raimo Hakonen.

Harjoitus tallennettiin VTT:n Paloturvallisuustutkimusryhmältä lainaksi saadulla kamerakalustolla, johon kuului kuusi videokameraa jalustoineen sekä kaksi ”Action”-kameraa kiinnikkeineen. Tallennusvälineeksi valikoituivat juuri videokamerat VTT:n tutkimuksien havaittua niiden soveltuvuus tehtävään. Kameroiden ja hälytyshetken synkronointi toteutettiin yhdenmukaistetuin rannekelloin. Kameroiden lisäksi harjoitusta seurasivat neljä tehtävään vapaaehtoista opiskelijaa, jotka toimivat tiettyjen poistumisreittien tarkkailijoina sekä kameroiden valvojina (kuva 19).



Kuva 19 R-talon pohjakuva, johon on merkitty kameroiden ja tarkkailijoiden paikat sekä B-portaitko.

Tarkkailijat valvoivat tilanteen etenemistä puuttumatta toimintaan. Heidän oli määrä puuttua tilanteeseen vain, jos syntyy aitoja vaaratilanteita. Tällöin mahdolliset onnettomuudet pyritään ehkäisemään ja tilanteesta ilmoitetaan harjoituksen johdolle. Mikäli harjoituksen aikana sattuu todellinen onnettomuus, huudetaan kuuluvasti **TOSIVAARA**, sekä ilmoitetaan asiasta harjoituksen johdolle. Harjoitus keskeytetään ja ryhdytään tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin.

Harjoituksen skenaarioksi valittiin ilkivaltaisesti alkava tulipalo, jossa rakennuksesta poistettu henkilö päättää palata rakennukseen ja pääsee sytyttämään ensimmäisen palon B-rappukäytävään portaiden alla säilytettyyn materiaaliin. Henkilö jatkaa kenenkään huomaamatta matkaansa Koehalliin, jossa hän sytyttää viisi minuuttia myöhemmin toisen palon puuntyöstötilassa. Käytössämme oli työsuojelupäälliköltä lainattu savukone, joka pystyy tuottamaan lyhyessä ajassa paljon vaaratonta kylmää savua. Tällä laitteella simuloitiin B-portaikossa syttyvää paloa. Laite tuotti savua koko harjoituksen ajan. Koehallin puuntyöstötilassa tapahtuva palo simuloitiin vain ilmaisimen osalta Aresys Oy:ltä lainassa olleella ilmaisintesterillä, jolla pystytään laukaisemaan hälytys. Näin toimimalla annettiin henkilökunnalle mahdollisuus havaita B-portaan savu ja toimia tilanteen mukaisesti ennen rakennuksen paloilmaisinjärjestelmän laukaisua. Hälytysmenetelmät olivat harjoituksessa:

- a) henkilökunta huomaa savun ja soittaa hätäkeskukseen
- b) henkilökunta huomaa savun ja ilmoittaa aluevastaavalle/vahtimestarille
- c) automaattinen paloilmaisinjärjestelmä laukaisee hälytyksen

Harjoituksen johtaja teki ilmoituksen pelastusharjoituksesta aluehälytyskeskukseen niin ennen kuin jälkeenkin harjoituksen, jotta tahattomalta pelastuslaitoksen reagoinnilta vältytään.

Palohälytinten alkaessa soida suojeluorganisaatio toimii omien tehtäväkuvaustensa mukaisesti. Suojeluvalvojat ohjaavat oman alueensa henkilöstön ulos lähintä poistumistietä käyttäen sekä tarkastavat, että kaikki tilat ovat tyhjiä. Henkilöstö ohjataan suorinta reittiä kokoontumispaikalle Arkkitehti laitoksen pääoven edustalla olevalle nurmikentälle pihalueen valvojien ohjaamina. Mikäli sää on huono, ohjataan henkilöstö varakokoontumispaikalle Arkkitehti laitoksen pääaulaan.

Kun suojelupäällikkö on saanut ilmoitukset aluevalvojilta, että rakennus on tyhjä, harjoituksenjohtaja ilmoittaa harjoituksen päättyneeksi. Ennen kuin henkilöstön sallittiin siirtyä takaisin omille työpaikoilleen, pidettiin lyhyt tiedotustilaisuus kokoontumispaikalla, jossa kiitettiin kaikkia osallistumisesta. Välittömästi harjoituksen jälkeen suojeluorganisaatio, tarkkailijat sekä muut harjoitukseen osallistuneet tahot kokoontuivat palautekeskusteluun heille varattuun kokoustilaan.

Harjoitusta seuranneena päivänä R-talon henkilökunnalle ja opiskelijoille lähetettiin vielä kysely massasähköpostilla, jolla tiedusteltiin henkilöiltä heidän olinpaikkaansa hälytyksen hetkellä, tapaa jolla hälytys heidät saavutti sekä poistumisreittiä (Liite 4).

4.2.3 Tulokset

Poistumisprosessi harjoituksessa alkoi vasta automaattisen paloilmaisinjärjestelmän laukaisemasta hälytyksestä. Kukaan ei siis havainnut B-portaikoon savua ennen puuntyöstötilan ilmaisimen laukaisua. Videolta voidaan havaita virastomestarien nopea reagointi heidän työtilaansa välittyvään hälytykseen, jolloin virastomestari 1 lähtee tyhjentämään viereistä luentosalia R1 ja virastomestari 2 siirtyy ylempiin kerroksiin välittämään hälytysviestiä. Todettakoon tässä, että virastomestareiden työtilassa kuulunut hälytysääni ei muistuttanut palohälytintä vaan heidän kertomansa mukaan lähinnä

matkapuhelimen toistuvaa merkkiääntä. Virastomestarit olivat suojeleuorganisaatioon kuuluvina tietoisia harjoituksesta ja osasivat siten nopeammin yhdistää normaalista poikkeavan äänen palohälytykseen. Aluevalvojat ryhtyivät toimeen omilla alueillaan hälytyskellot kuultuaan tai kun viesti poistumisen aloittamisesta saavutti heidät. Aluevalvoja poistuivat massan mukana, kun heidän alueensa olivat tyhjentyneet. Aluevalvojien erottaminen videolta on lähes mahdotonta, koska heille ei ollut jaettu huomioliivejä ennen harjoitusta.

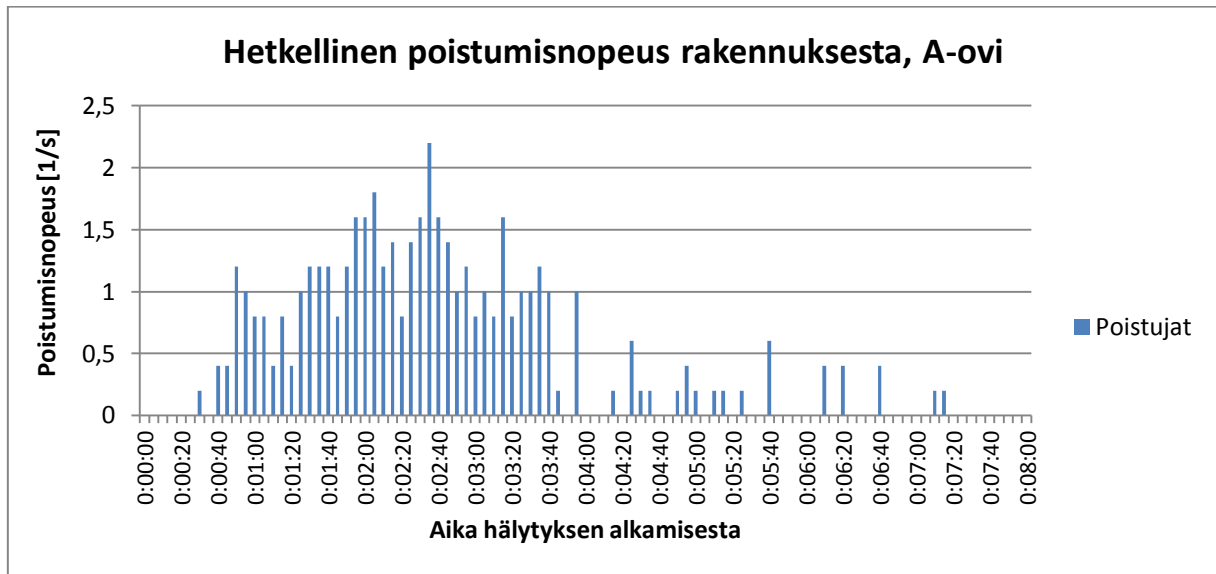
Ensimmäinen poistuja siirtyi suoraan luentosalista R1 aulan vastakkaisella puolella olevaan WC:hen. Ensimmäinen henkilö poistuu rakennuksesta, kun hälytyksen alkamisesta on kulunut 30 sekuntia. Tästä huolimatta poistumisen alkaminen on hidasta, sillä salista R1 ja ylemmistä kerroksista saapuvat opiskelijat jäävät ala-aulaan keräämään ulkovaatteitaan naulakosta (sää olisi sallinut poistumisen sisävaatetuksessa) sekä muodostamaan ryhmiä ennen poistumista rakennuksesta. Toimistotiloista poistujat olivat lähtiessään pukeneet ulkovaatteet päälle. Useat heistäkin kulkivat pienissä 3 – 5 hengen ryhmissä. Poistujat virtasivat tasaisesti ulos pääovesta samalla, kun kierreportaista purkautui lisää poistujia ala-aulaan. A-ovelle (kolme rinnakkaista 900 mm leveää lasiovea) ei missään vaiheessa muodostunut suurta ruuhkaa, vaikka poistujien virrat salista R1, ensimmäisen kerroksen toimistotiloista sekä kierreportaista kohtasivat ovilla.



Kuva 20 Kuvakaappaus A-oven tuulikaapista

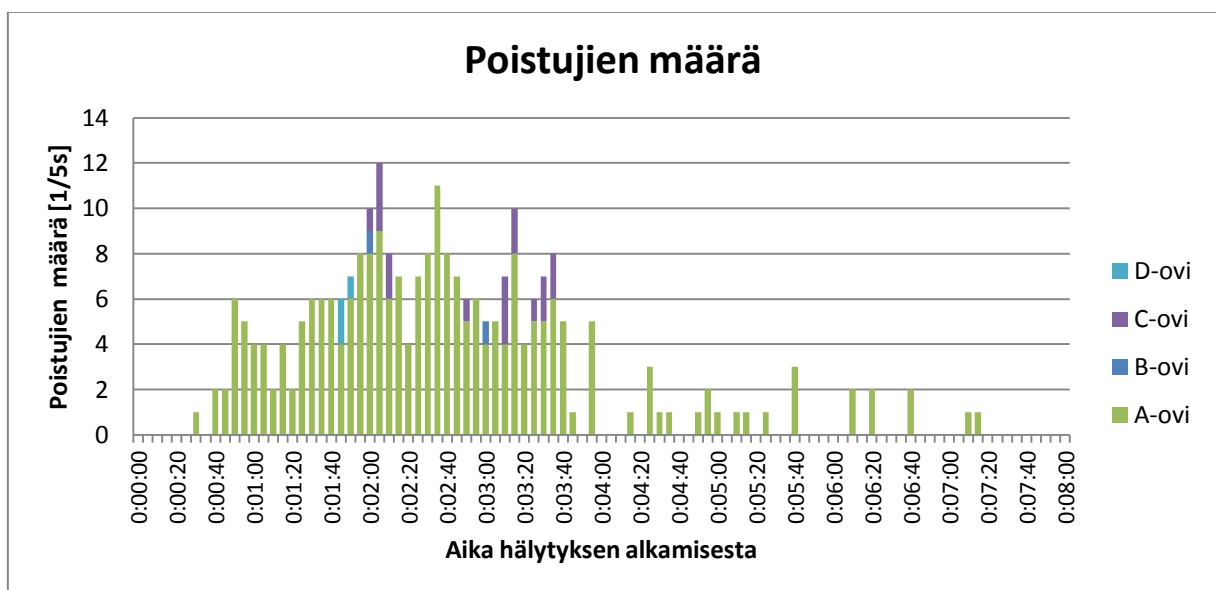
Videolta on selkeästi havaittavissa luonnollinen jononmuodostus oville tultaessa. A-oven kolmesta ovesta poistujat käyttivät valtaosan ajasta vain kahta. Ainoa este tuulikaapissa oli kuvassa 20 vasemmassa reunassa nähtävä harmaa teline, mikä ei varsinaisesti estä oven käyttämistä. Kolmas ovi on käytössä vain kerran koko poistumisen aikana, kun poistujien määrä hetkellisesti kasvaa ovella niin suureksi, että joku katsoo edulliseksi avata kolmannenkin oven. Näin muodostunut uusi jono kestää vain kunnes paine ovilla taas laskee hetkeä myöhemmin. Kuva 21 näyttää poistumisnopeuden (virtausnopeuden) A-ovella poistumisharjoituksen aikana. Kuvaaajan nollahetki on automaattisen ilmaisinjärjestelmän laukeamishetki. Kolmannen oven ollessa auki saavutetaan poistumisen suurin virtausnopeus 2,2 hlö/s. Keskiarvo virtausnopeudelle poistumisessa (kun vitkastelijoita ei huomioida) oli 1,03 hlö/s. Teoreettinen maksimiarvo A-oven virtausnopeudelle, kun käytetään

ominaisvirtauksen vertailuarvoa 1,05 hlö/m*s [16], on 1,87 hlö/s kahdelle oviaukolle ja 2,8 hlö/s kolmelle oviaukolle.



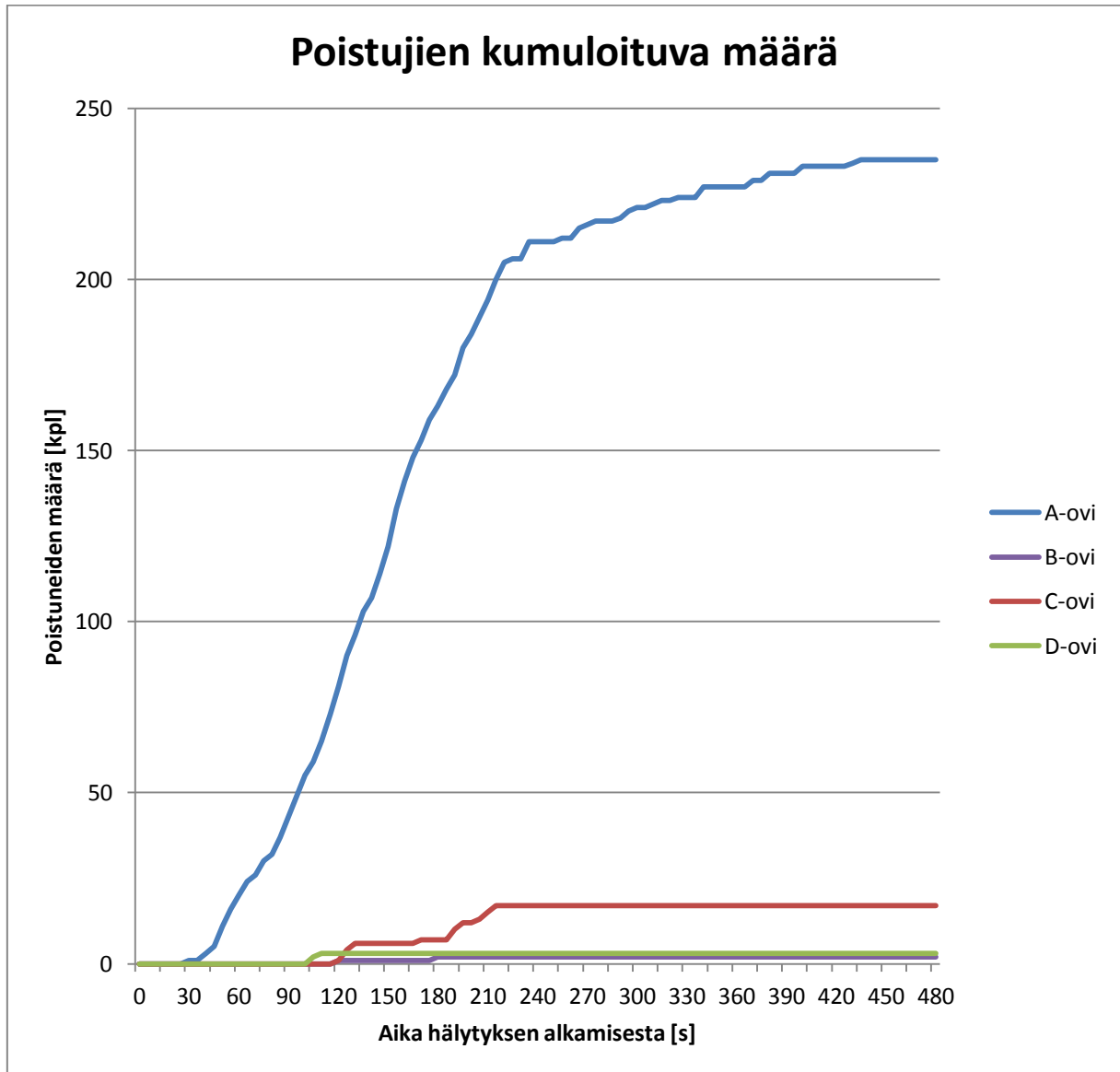
Kuva 21 Hetkellinen poistumisnopeus A-ovesta hajoituksen aikana [1/s]

Harjoitushetkellä rakennuksessa oli 260 henkilöä. Suurin osa (235 henkilöä) poistui käyttäen rakennuksen pääovea eli A-ovea, joka on jokaiselle tuttu ja jokapäiväisessä käytössä. Vain 22 henkilöä poistui käyttäen toimistosiiven/koehallin poistumisovia (B-ovi 2 hlö, C-ovi 17 hlö ja D-ovi 3 hlö). Kaikki nämä ovet ovat henkilökunnalle tuttuja ja osan jokapäiväisesti käyttämiä. Yksikään henkilö ei poistunut puhtaasti poistumiseen tarkoitetuista ovista, joita on rakennuksessa luentosaleille R1, R2 ja R3 sekä kirjastolle ja kiltahuoneelle. Rakennuksesta kieltäytyi poistumasta muutama henkilö kehotuksista huolimatta. Aluevalvojen koulutuksessa oli käsitelty hankalien henkilöiden kohtaaminen ja painotettu, ettei heidän kanssaan jäädä riitelemään vaan aluevalvojan tehtävien täyttämiseen riittää evakuointi viestin ymmärtämisen varmistaminen. Rakennukseen jääneet henkilöt ilmoitettiin suojelupäällikölle kokoontumispaikalla.



Kuva 22 Poistujien määrä rakennuksesta käytetyistä ovista [1/5s]

Kuvissa 22 ja 23 on esitetty poistujien määrät kaikista käytetyistä ovista niin viiden sekunnin jaksoissa laskettuina kuin kumuloituvana määränä. Kuvista voimme havaita, että 90 prosenttia rakennuksesta olleista on poistunut, kun aikaa hälytyksen alkamisesta on kulunut 3 minuuttia 55 sekuntia. 95 prosentin fraktiili saavutetaan vain reilua minuuttia myöhemmin ajanhetkellä 0:05.00. Rakennus on tyhjä, kun kaksi viimeistä henkilöä (aluevalvoja ja virastomestari) poistuvat rakennuksesta ajanhetkellä 0:07.15. Poistuminen toimi tehokkaasti aina neljään minuuttiin asti, mutta vitkastelijoista johtuen kokonaispoistumisaika lähestulkoon tuplaantuu.

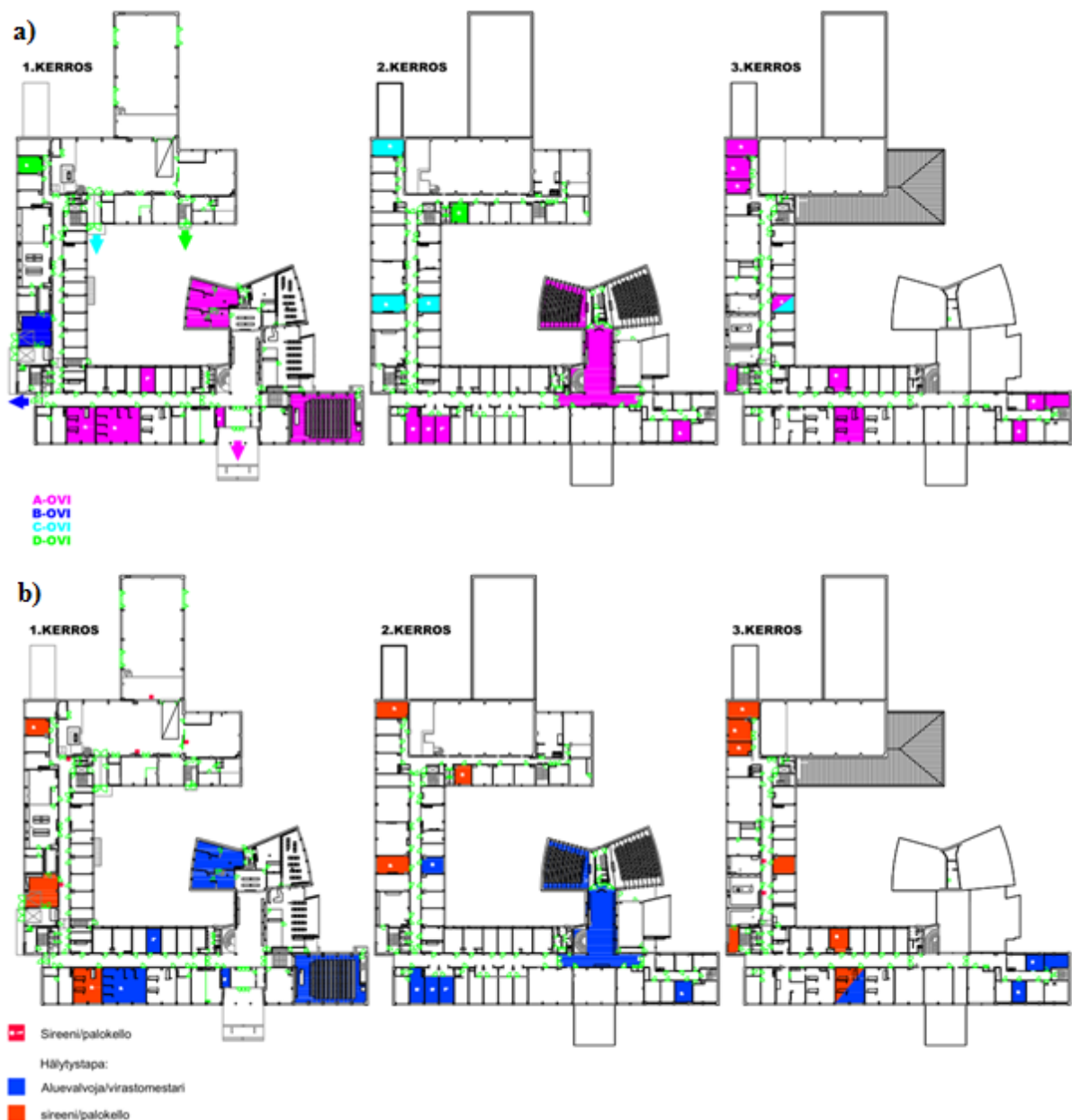


Kuva 23 Poistuneiden kumuloituv määrä ovea kohden [kpl]

Harjoituksen jälkeisen kyselyn tulokset tukevat voimakkaasti kirjallisuudessa esitettyjä näkemyksiä ihmisten taipumuksesta valita tuttu ja turvallinen poistumisreitti rakennuksesta, vaikka lyhyempikin reitti olisi mahdollinen. Kuten kuva 24a osoittaa osa poistujista lähti liikkeelle kolmannen kerroksen takimmaisesta kulmasta, mutta silti poistuivat A-ovesta ohittaen C- ja B-portaikot kokonaan. Samanlainen poistumisreitin valinta tuttuuden perusteella on ilmeistä erityisesti luentosalien tapauksessa, joissa kaikki poistuivat saliin tulo-ovesta sen sijaan että olisivat poistuneet varsinaista poistumisreittiä pitkin, jonka ovi sijaitsee

salin vastakkaisella seinustalla. Koska näitä reittejä ei koskaan käytetä, ovat ne ennestään tuntemattomia myös luennoitsijoille.

Kysely paljasti ennalta tiedostamattoman kuuluvuusongelman rakennuksen automaattisessa ilmoitinjärjestelmässä (kuva 24b). Koska järjestelmän palohälyttimet sijaitsivat vain ilmaisimilla varustettujen riskitilojen yhteydessä, jäivät ne alueet, jotka sijaitsivat kaukana tällaisista tiloista kuten luentosalit ja aulatilat, katveeseen hälytysääneltä. Varsinkin toisessa kerroksessa kellojen kuuluvuus oli todella heikko, koska siinä kerroksessa ei ole yhtään riskitilaa. Toisessa kerroksessa kuullut palohälyttimet olivat seinä- ja välipohjarakenteet läpäisseitä ääniä ensimmäisestä ja kolmannelle kerrokselle. Niissä tiloissa, joissa hälytysääni ei kuulunut ja jotka olivat vain aluevastaavien varassa, ovat ne tilat joissa päiväsaikaan on suurin osa rakennuksessa oleskelevista henkilöistä.



Kuva 24 Kyselyn tuloksia: a) Poistujan lähtöpiste ja poistumisovi, b) Havaintotapa

Toisen rakennuksen puutteen kuvasi toiseen kerrokseen asennettu kamera, jonka oli tarkoitus havainnoida, jos joku yrittää käyttää savulla täytettyä B-portaikkoa harjoituksen aikana. Kamera kuitenkin tallensi portaikon osastoivan oven tiiveysongelman, joka ei rajoittunut vain tähän yhteen oveen. Harjoituksen loputtua todettiin tiivisteiden puuttuvan kaikista toisen ja kolmannen kerroksen porraskäytävien ovista ja toimistokäytävien olevan savun täyttämiä. Tämä tarkoittaa, että savua oli päässyt vuotamaan portaikosta yhteensä neljään poistumisalueeseen siinä määrin, että todellisessa tilanteessa käytävien ihmiset olisivat voineet joutua jopa suojautumaan toimistohuoneisiinsa pakoreittien ollessa savun tukkimat.

4.3 Poistumisharjoitus 2 (Miestentie 3, kevät 2013)

Miestentie 3 (A-talo) on Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun arkkitehtuurin laitoksen ”päärakennus” (kuva 25), mihin laitos siirtyi kampuksen päärakennuksessa (Otakaari 1) sijaitsevista tiloista peruskorjauksen vuoksi. Rakennuksen omistaa kiinteistöyhtiö Sponda Oyj ja sen kiinteistöhuollosta vastaa West-Co Kiinteistöpalvelut Oy. A-talo on kaksi lohkoinen, joista yksi on neli- ja toinen viisikerroksinen (Liite 5). Harjoituksen järjestämishetkellä kiinteistöstä oli otettu käyttöön molempien lohkojen kolme ensimmäistä kerrosta. Ylimmät kerrokset olivat vielä remontoinnissa.



Kuva 25 Miestentie 3 ilmakuvassa (Google Earth palvelusta)

A-talossa on niin opetus- ja toimistotiloja sekä kirjasto rariteetteineen. Ensimmäisessä kerroksessa on opetus- ja kokoontumistiloja, kirjasto ja sen rariteettiuhuone sekä teknisiä tiloja. Toinen kerros on opiskelijoiden käytössä. Siellä on avoimien piirustussalien lisäksi luento-/kokoushuoneita sekä ATK-saleja. Kolmas kerros on toimistotiloja työ- ja kokoushuoneineen. Tässä kerroksessa on suuri avoin tila lohkojen yhtymäkohdassa. Päivä- ja ilta-aikaan

rakennuksessa on enintään 250 henkilöä (100 vakituista opiskelijaa ja henkilökunnan edustajaa, 150 vierailevaa opiskelijaa ja muita asiakkaita). Yö aikaan rakennus on tyhjillään.

Kiinteistö on varustettu automaattisella paloilmoitinjärjestelmällä, jonka ilmaisiverkko kattaa kaikki rakennuksen tilat. Rakennuksessa ei säilytetä vaarallisia kaasuja tai kemikaaleja. Rakennus on suunniteltu, toteutettu ja tarkastuksin todettu turvalliseksi.

4.3.1 Tausta

Kun R-talon poistumisharjoitus oli suoritettu ja siitä saadut kokemukset olivat positiivisia, avautui mahdollisuus toisen ennalta ilmoittamattoman harjoituksen järjestämiselle ja taltioinnille.

A-talo oli juuri otettu käyttöön vuodenvaihteessa 2013 ja vaikka se on rakennuksen aikaisemmassa käytössä todettu turvalliseksi, ei nykyisellä käyttäjällä ollut sen poistumisturvallisuudesta kokemusta. Rakennukseen tuli myös luoda toimiva suojeleorganisaatio siihen siirtyneestä henkilökunnasta ja kouluttaa heidät tehtäväänsä. Järjestetty harjoitus oli rakennuksen uuden käyttäjän sekä suojeleorganisaation ensimmäinen.

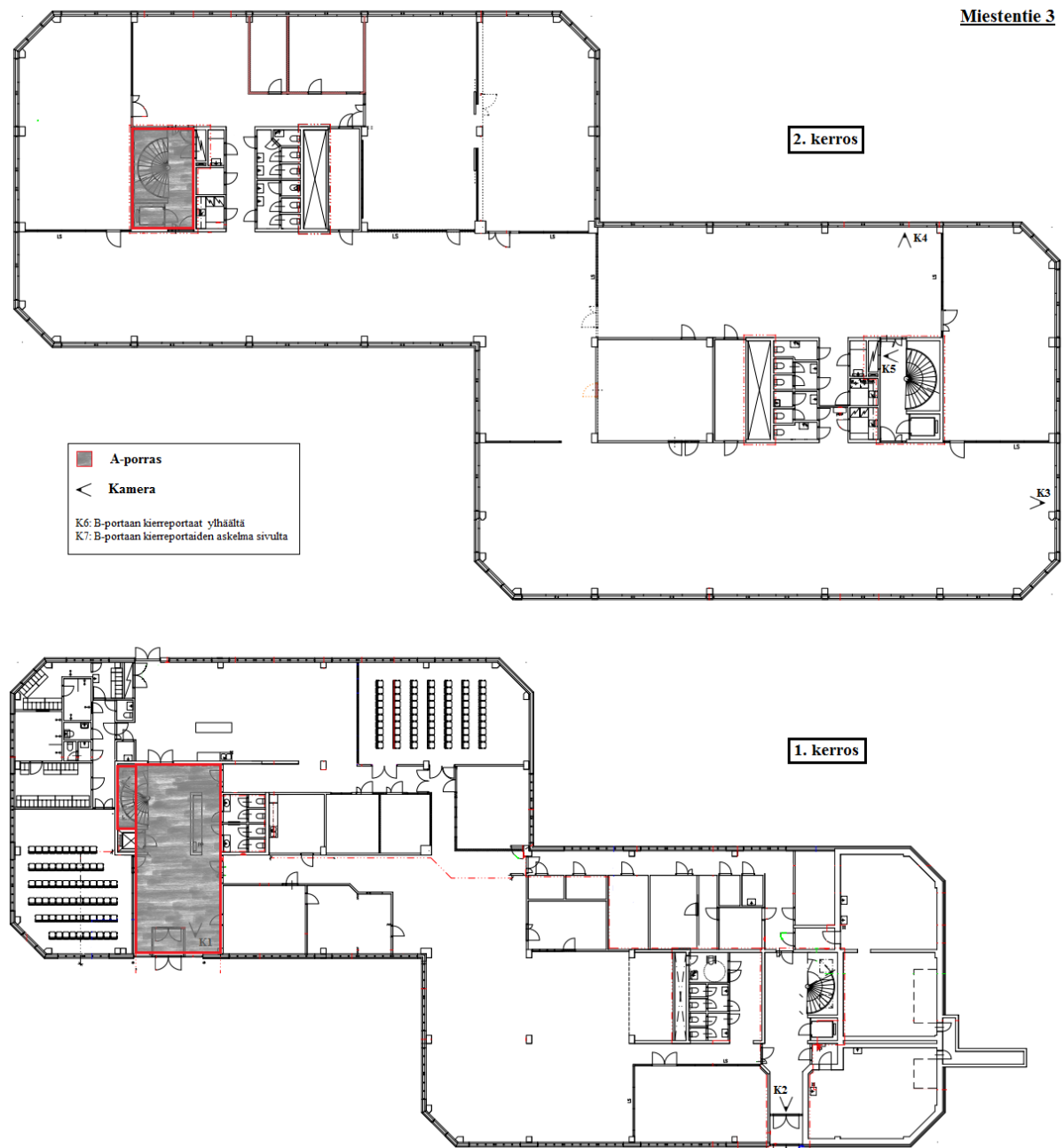
Rakennuksessa päästiin jatkamaan R-talossa mielenkiintoiseksi muodostuneiden kierreportaiden tutkintaa. Rakennuksessa olevat portaikot ovat molemmat kierreportaisia, joista toinen savulla täyttämällä päästiin tarkastelemaan niiden toimintaa. Kun koko poistuva massa käyttää yhtä portaikkoa, saadaan helposti esille mahdolliset pullonkaulat. Tällaisen pullonkaulan oletettiin muodostuvan kierreportaiden yläpäähän tasanteelle. Tämä jäi R-talon tapauksessa taltioimatta, kun toisen kerroksen aulaan ei asennettu kameroita. Tämän lisäksi harjoituksessa haluttiin tarkastella R-talon harjoituksen palautekeskustelussa herännyttä kysymystä liikuntarajoitteisten evakuoinnista.

4.3.2 Suoritus

Harjoitus järjestettiin keväällä 2013 (ma 22.4.2013), jolloin maa oli jo paljas lumesta. Harjoitus tallennettiin niin ikään VTT:n Paloturvallisuustutkimusryhmältä lainaksi saadulla kamerakalustolla, johon kuului kuusi videokameraa (kuva 26) jalustoineen sekä kaksi ”Action”-kameraa kiinnikkeineen. Kameroiden ja hälytyshetken synkronointi toteutettiin yhdenmukaistettujen rannekellojen asemesta älypuhelimien applikaatiolla, mikä paransi ajan näkyvyyttä ja helpotti huomattavasti videoiden yhdenmukaistamista. Samalla kiinnitettiin R-talon harjoitusta enemmän huomiota kameroiden asetuksiin, erityisesti kuvanopeuden yhdenmukaistamiseen. Tällä haluttiin parantaa mahdollisuuksia videomateriaalin yhdistämiselle ja muokkaamiselle tulevaisuudessa. Kamerrat sijoitettiin kaikki sisätiloihin, minkä lisäksi harjoitus toteutettiin niin että vapaita poistumisreittejä oli vain yksi, joten ylimääräisiä tarkkailijoita ei tarvittu. Edellisessä harjoituksessa mukana ollut Miikka Lehtimäki esitti Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikan laitoksen liikennetekniikan laboratoriosta lainatun pyörätuolin avulla rakennuksessa vierailevaa liikuntarajoitteista. Hän sijoittautui harjoituksen alkaessa rakennuksen toisen kerroksen piirustussaliin.

Harjoituksen skenaarioksi valittiin ilkeävaltaisesti alkava tulipalo, jossa rakennuksesta poistettu henkilö päättää palata rakennukseen ja pääsee sytyttämään kenenkään huomaamatta palon A-portaan alla säilytettyyn materiaaliin. Käytössämme oli työsuojelupäälliköltä lainattu savukone, joka pystyy tuottamaan lyhyessä ajassa paljon vaaratonta kylmää savua, jolla simuloitiin A-portaikossa syttyvää paloa (kuva 26). Laite tuotti savua koko harjoituksen ajan.

Savua tulvii porrashuoneeseen ja automaattinen ilmoitinjärjestelmä laukaisee hälytyksen kohteessa. Paikalle kutsuttu ilmoitinjärjestelmän huoltaja kytki laitteen testitilaan poistumisharjoituksen ajaksi, jolloin se ei tee automaattista hälytysilmoitusta. Harjoituksesta tehtiin myös ilmoitus aluehälytyskeskukseen niin ennen kuin jälkeenkin harjoituksen, jotta vältetään tahattomalta pelastuslaitoksen reagoinnilta.



Kuva 26 A-talon pohjakuva, johon on merkitty kameroiden paikat sekä savulla täytetty portaikko.

Muuten harjoitus eteni, kuten edellä R-talon tapauksessa on jo esitetty. Kokoonntumapaikkana harjoituksessa käytettiin paikoitusalueen takaosaa, joka on turvallisen etäisyyden päässä rakennuksesta eikä haittaa pelastushenkilöstön toimintaa. Huonon sään vallitessa poistujat olisi ohjattu viereisen kiinteistön aulatiloihin.

4.3.3 Tulokset

Oikein paineistettuna A-talon ilmanvaihtojärjestelmä ohjasi teatterisavun harjoituksen alussa suoraan porraskuiluun ja jätti ala-aulan joksikin aikaa savuttomaksi. Hälytysjärjestelmä laukesi, kun ensimmäisen porrastasanteen savuilmamittarin hälytyskynnys ylittyi. A-talon palohälyttimien ääni on luja, mutta ajoittainen. Hälytysääni on hälytysajoneuvoa muistuttava kaksitaajuuksinen sumneri, joka soi 8 sekunnin jaksoissa, joiden välissä on 4 sekuntia hiljaista. Tämä hälytysäänen ajoittainen ”sammuminen” aiheutti viivettä reagointiajassa, kun henkilöt olettivat ensimmäisten hiljaisten jaksojen aikana hälytyksen päättyneen. Hälytyksen ääni itsessään, vaikkakin luja, aiheutti myös ihmetystä ja vitsailevia kommentteja. Videolta (kuva 27) kuultava ensimmäinen kommentti oli ”Mun auton varashälytin, vitsi vitsi”, jonka perään joku kommentoi ”Ei toi mikään palohälytin ainakaan ole” ja vielä ”Tää on, että laittakaa pelastusliivit päälle ja kerääntykää käytävälle jonomuodostelmassa”. Äänen jatkuessa joku vielä veisteli, että ”Tää on sellanen hälytys mikä tarkoittaa, että jonkun pitää mennä nyt poistamaan hälytys”. Hälytyksen edelleen jatkuessa alkoi tilanteen todellisuus valjeta piirustussalissa ja ensimmäiset henkilöt alkoivat kerätä tavaroitaan, kun hälytyksen alkamisesta oli kulunut 41 sekuntia. Samoihin aikoihin aluevalvoja saapui tilaan ohjaamaan henkilöitä poistumaan rakennuksesta.

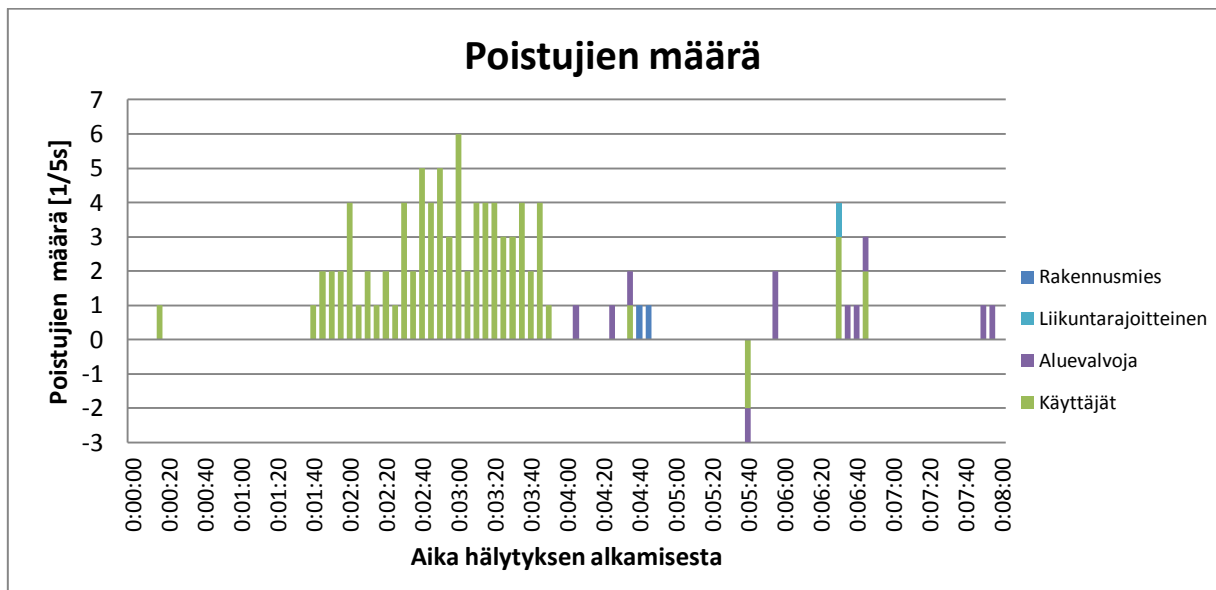


Kuva 27 Tilanne A-talon piirustussalissa, kun hälytys on soinnut jo 30 sekuntia. [Kamera 3]

A-talon koulutuksessa jaettiin suojeleorganisaatiolle huomioliivit, mitkä tuntuivat parantavan aluevalvojen auktoriteettia poistujia ohjattaessa. Toinen A-talossa käyttöön otetuista suojeleorganisaation ohjaustoimista oli suojelepäällikön massaviesti, jolla varmistettiin, että jokaisella suojelealueella on valvoja läsnä. Suojelepäälliköllä on huomioliivin taskussa valmis aluekortti, johon hän vertaa massaviestiin saapuvia ilmoituksia ja voi näin seurata alueiden miehitystä ja tarvittaessa järjestää jollekin valvojattomalle alueelle korvaajan.

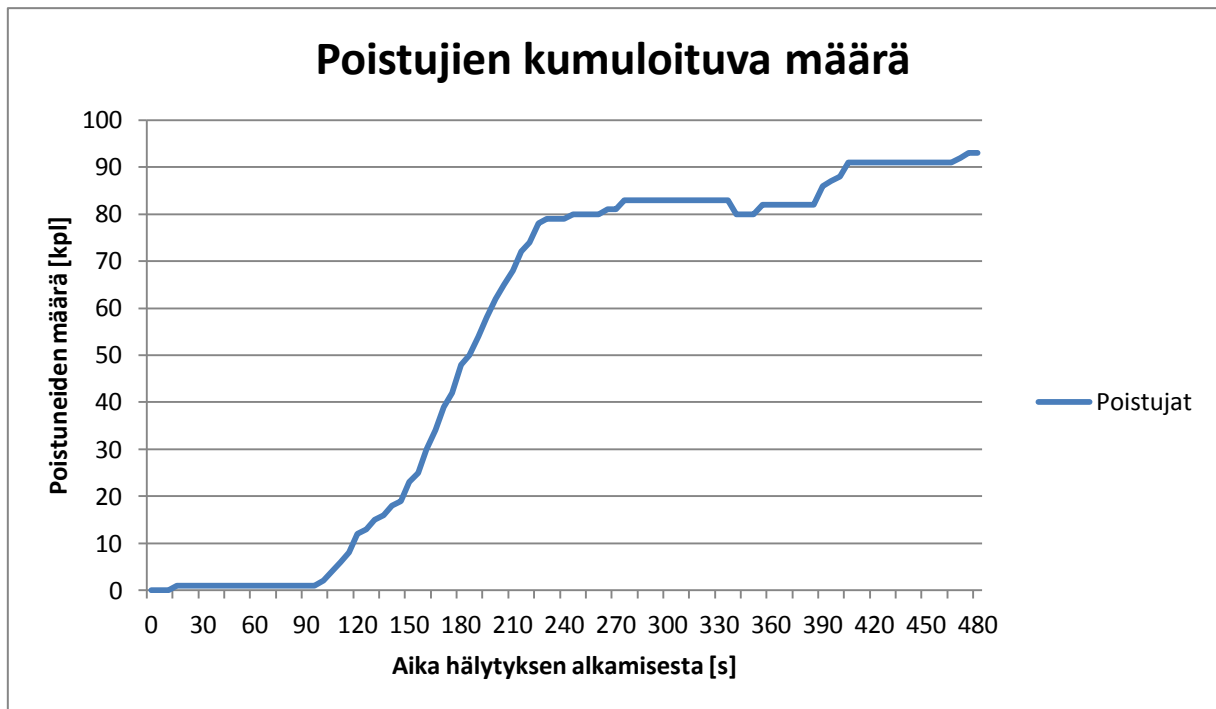
Harjoituksen alkaessa rakennuksessa oli 93 harjoitukseen kuuluvaa henkilöä. Poistujien määrä on esitetty viiden sekunnin välein kuvassa 28, missä eri poistujatyypit on eritelty. Harjoitus oli suunniteltu siten, että kaikki rakennuksessa olivat joutuivat käyttämään yhtä ainoaa ovea poistumiseen, mikä helpotti eri parametrien määrittämistä. Ajanhetkellä 0:04.40 ja 0:04.45 rakennuksesta poistuu kaksi rakennusmiestä tauolleen. Rakennusmiehet eivät olleet osa

harjoitusta, mutta heidät on havainnollisuuden vuoksi merkitty kuvaan 28. Missään muissa laskelmissa/kuvaajissa heitä ei ole huomioitu. Ensimmäinen henkilö poistuu rakennuksesta, kun hälytyksen alkamisesta on kulunut vain 15 sekuntia, mikä todennäköisesti tarkoittaa, että hän oli jo poistumassa rakennuksesta ennen hälytystä. Varsinainen poistuminen alkaa vasta ajanhetkellä 0:01.40 hälytyksen alkamisesta, mikä tukee aikaisempaa havaintoa hitaasta reagointiajasta. Poistujien 90 % fraktiili saavutetaan ajanhetkellä 0:03.50 hälytyksen alkamisesta. Koska käytettävissä olevia poistumisovia oli vain yksi, olisi hetkellisen poistumisnopeuden (virtausnopeus [1/s]) kuvaajan profiili kuvan 28 kaltainen. Poistumisovi rakennuksen B-lohkosta on kaksilehtinen lasiovi (1800 mm) ilman keskipalkkia. Poistumisen aikana henkilöt kuitenkin käyttivät vain yhtä ovea. Hetkellinen virtausnopeuden huippuarvo 1,2 hlö/s saavutetaan ajanhetkellä 0:03.00. Virtausnopeuden laskennallisen keskiarvon (kun nollavirtauksia ei huomioida) ollessa 0,48 hlö/s.



Kuva 28 Poistujien määrä A-talosta, missä on eritelty eri poistujatyypit. [1/5s]

Noin viiden minuutin kohdalla kokoontumispaikalla oleva suojelupäällikkö saa puhelimella tiedon, että rakennuksessa on vielä liikuntarajoitteinen henkilö, jonka evakuoimiseen tarvitaan apuvoimia. Suojelupäällikkö pyytää kokoontumispaikalla olevista vapaaehtoisia ja lähettää kaksi nuorta naista (ainoat vapaaehtoiset) takaisin rakennukseen. Todettakoon tässä, että käskyttämällä apuun olisi voitu lähettää joko tehtävänsä suorittaneita aluevalvojia tai kokoontumispaikalla olleita ”raavaita miehiä”. Ajanhetkellä 0:06.30 saadaan liikuntarajoitteinen henkilö kannettua rakennuksesta ulos. Viimeisinä rakennuksesta poistuivat kaksi aluevalvojaa, jotka tarkistivat vielä kerroksensa kertaalleen ennen poistumista. Rakennus tulkittiin tyhjäksi ja harjoitus päättyneeksi, kun hälytyksen alkamisesta oli kulunut 7 minuuttia 55 sekuntia. Poistujien kumuloitua määrä on esitetty kuvassa 29. Molemmat kuvaajat (kuvat 28 ja 29) näyttävät selkeästi poistumisen kolme vaihetta palon alkamisesta poistumisen päättymiseen. Ensimmäisenä on reagointiajan vaikutus, mikä näkyy kuvaajien alussa tyhjänä osana (kuva 28) ja tasaisena viivana (kuvan 29). Tätä seuraa aktiivinen poistumisvaihe, mikä näkyy kuvan 22 poistujien ryppäänä (aikavälillä 01:40 – 03:50) ja kuvan 29 kaltevana osuutena (100 s – 230 s). Tässä vaiheessa kuvan 29 kuvaajan kulmakertoimesta voidaan lukea virtausnopeuden keskiarvo. Viimeisenä kuvaajissa näkyy poistumisen ”häntä”, mikä koostuu vitkastelijoista ja alueensa tyhjentymisen varmistaneista aluevalvojista.



Kuva 29 Poistujien kumuloituva määrä A-talon harjoituksessa.

Poistujien virta alhaalla poistumisovella on niin tasainen, koska kierreportaista tasanteineen muodostuu rajoittava tekijä poistumisen aikana (kuva 30). Vaikka ylimmät kaksi kerrosta olivat harjoitushetkellä poissa käytöstä ja kolmannessa kerroksessa oli vähän henkilökuntaa, muodostui toisen kerroksen porrastasanteelle ajoittain seisova henkilörypäs. Kierreportaiden kierevyys on niin suuri, ettei niissä voi kulkea kaksi rinnan. Portaat siis muodostavat luonnollisen jonon poistujista, joka säilyy viimeisen porraskäytävän jälkeen aina ulos asti.



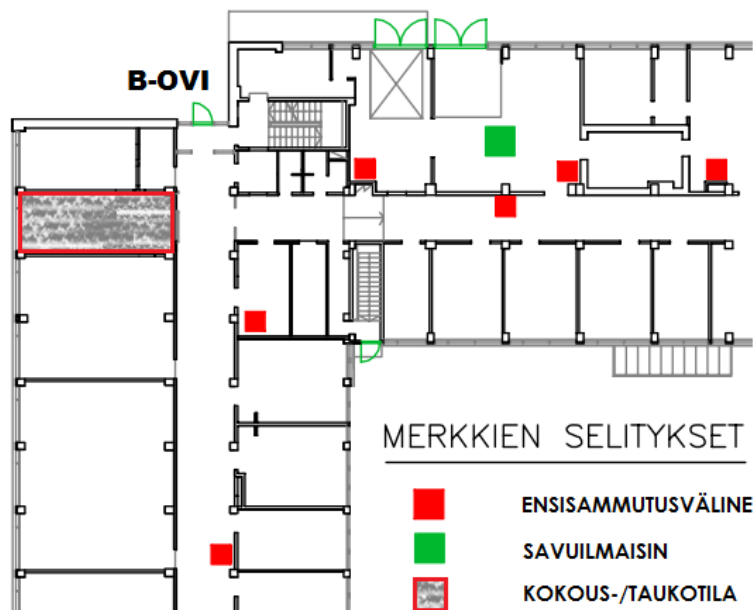
Kuva 30 Kierreportaiden tasanteet ovat pullonkauloja poistumistilanteessa.

Viimeisten joukossa porrastasanteelle saapuva liikuntarajoitteinen henkilö aiheuttaa hämmennystä läsnäolijoissa. Kukaan ei ole varma kuinka toimia, kun hissien käyttäminen

poistumistilanteessa turvallisuussyistä kiellettyä. Yksi avustamaan jääneistä poistujista yrittää ensin palomiesotetta ja sitten vielä sylissä kantamista, mutta turhaan. Keskustelu toimintamallista jatkuu ja kokoontumispaikalta pyydetään lisääpuja. Lopulta juuri apuvoimien saapuessa päädytään siihen, että yksi avustaja ottaa kiinni jaloista ja kaksi muuta kantaa kainaloista. Koko tilanne epäröineen siitä, kun liikuntarajoitteinen henkilö pääsee porrastasanteelle siihen, kun häntä lähdetään kantamaan portaita alas kestää yli kaksi minuuttia.

4.4 Poistumistilanteet (Rakentajanaukio 4, 2012 / 2013)

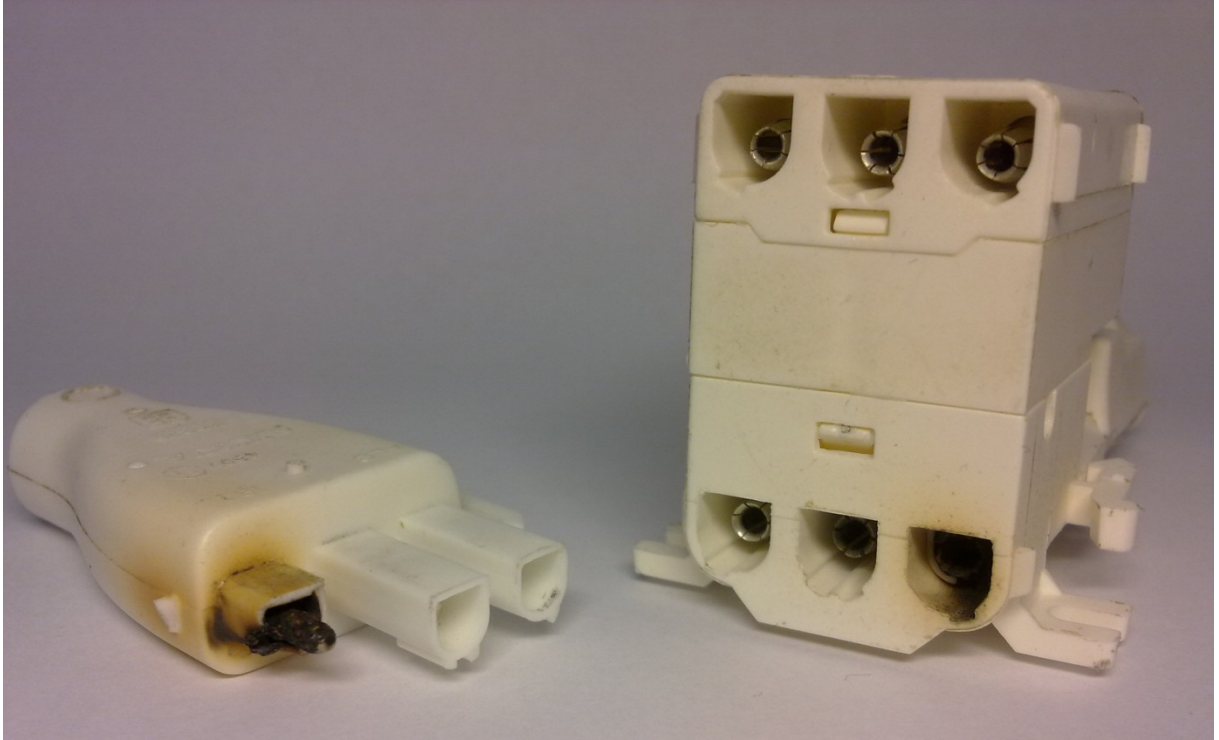
Ennen syksyn luentokauden aloitusta 2012 tapahtui R-talossa rakennuspalovaaratilanne, mikä aiheutti yhden sähkölaitteen tuhoutumisen, lieviä savu- ja nokivahinkoja. Tilanne alkoi myöhään illalla ensimmäisen kerroksen kokous-/taukohuoneessa (kuva 31), kun eräs työntekijä päätti kypsentää papuja mikroaaltouunissa. Astioiden puutteessa pavuille oli muotoiltu kulho alumiinifoliosta ja mikroaaltouuni oli jätetty täydelle teholla ilman valvontaa. Metallin ja mikroaaltojen yhteisvaikutuksesta pavut syttyivät palamaan, mikä aiheutti voimakasta savuamista. Hieman onneksikin tilaa vastapäätä oleva palo-ovi oli jälleen kerran kiilattu auki ja savu pääsi leviämään pohjalaboratorion puolelle, missä se aiheutti hälytyksen. Palohälyttimien havahduttama työntekijä onnistui sammuttamaan kytevä palon ennen sen leviämistä mikroaaltouunin yläpuolella oleviin kaapistoihin. Tapahtuma hetkellä rakennuksessa oli hyvin vähän käyttäjiä paikalla, joten ilman hälytystä tilanne olisi päässyt kehittymään rakennuspaloksi.



Kuva 31 Rakennuspalovaaratilanteen sijainti R-talossa.

Poistumisharjoituksen jälkeen keväällä 2013 tapahtui vahinkohälytys, joka tyhjensi koko rakennuksen. Tilanne alkoi alku iltapäivästä, kun koehallin puuntyöstötilassa ollut opiskelija unohti kytkeä paloilmalaimen viiveen päälle ryhtyessään leikkaamaan vanerilevyä pöytäsiirteillä. Siirteiden ohjurit eivät olleet kohdallaan ja terä pääsi hiertämään levyä vasten niin, että tilanteesta syntyi kevyttä savua. Tämä pieni savumäärä oli riittävä laukaisemaan järjestelmän. Syksyn poistumisharjoituksen jälkeen oli rakennuksessa pikaisesti laajennettu hälytysjärjestelmää kuuluvuusongelman ratkaisemiseksi. Parantunut palohälyttimien kuuluvuus nopeutti huomattavasti poistumisprosessin alkamista ja rakennus tyhjentyi.

harjoitusta lyhyemmässä ajassa. Suojeluorganisaatio sai kuitenkin palautetta siitä, että palohälyttimien ääni koettiin liian kovaksi. Samalla vaikka hälytysjärjestelmän kelloja oli lisätty rakennukseen, todettiin niiden kuuluvuus vielä heikoksi luentosaleissa R1, R2 ja R3. Näiden salien ovet ovat luentorauhan säilyttämiseksi valittu ääntä eristäviksi ja ne suodattavat tehokkaasti salin ulkopuolisten palohälyttimien äänen.



Kuva 32 Kopiokonehuoneen kaapelihyökkystä poistettu pistoliitin, jossa selviä hiiltymisen merkkejä.

Myöhemmin keväällä 2013 tapahtui rakennuspalovaaratilanne, mistä olisi voinut olla vakavat seuraukset. Toisen kerroksen kopiohuoneen ohi kulkenut työntekijä huomasi tilan loisteputkien valon värisevän oudosti. Hän sammutti valot ja otti yhteyttä virastomestariin, joka tilasi sähkömiehen paikalle. Sähkömies löysi viallisen pistoliittimen (kuva 32) kopiokonehuoneen kaapelihyllyltä, joka oli alkanut kyteä. Jos ohi kulkenut työntekijä ei olisi puuttunut tilanteeseen, olisi viallisen liittimen kytevä palo voinut sytyttää kaapelihyllyllä olevan hienojakoisen pölyn ja levitä siitä tilan suureen palokuormaan.

5 Palo- ja poistumissimuloinnit (Rakentajanaukio 4)

Simulointi mahdollistaa erilaisten tilanteiden ja tapausten tarkastelemisen turvallisesti ja tehokkaasti. Nykyiset pitkälle viedyt laskentamallit antavat aikaisempaa tarkemman approksimaation todellisuudesta. Mallintaminen ja simulointi tekevät kohdekohtaisen yksityiskohtaisen suunnittelun mahdolliseksi. Samaa menetelmää voidaan käyttää myös vanhojen kohteiden tarkastelemiseen. Simulointi saattaa paljastaa rakennuksen tai toimintamallien heikkouksia, jotka eivät näy kuin vasta poikkeustilanteessa. Poistumisharjoitus on tehokas ja todenmukainen keino hankkia tietoa rakennuksesta ja sen toiminnasta, mutta yksi harjoitus antaa vain yhden kuvan tilanteesta. Simulointi taas mahdollistaa useiden toisistaan hieman poikkeavien tilanteiden ajamisen hyvin lyhyessä ajassa, jolloin tilanteeseen vaikuttavien tekijöiden herkkyydet saadaan esille.

5.1 Kopiohuoneen palosimulointi

Jotta poistumisharjoitusten ja poistumissimulaatioiden tulokset (RSET) saadaan oikeaan perspektiiviin, on jollain tavalla määriteltävä poistumiselle suurin sallittu aika (ASET). Käytettävissä olevan poistumisajan määrittäminen on todellisuudessa vaikeaa, mutta simuloimalla sille saadaan hyväksyttävä likiarvo. Palossa savuntuotto, savun ominaisuudet ja sen leviäminen ovat monen tekijän summa, joten laaja herkkyystarkastelu on välttämätön tilanteen todellisen luonteen paljastamiseksi.

5.1.1 Tausta



Kuva 33 Toisen kerroksen kopiokonehuone ja sen palokuorma.

Edellisessä kappaleessa esitetty rakennuspalovaaratilanne herätti paljon kysymyksiä mahdollisen tulipalon vaikutuksista kopiokonehuoneessa. Kopiokonehuoneet (kuva 33) R-talossa sijaitsivat kahden palo-osaston risteyksessä siten, että huoneesta on normaali tiivisteetön väliovi kumpaankin osastoon. Huoneen ovet olivat pumpputtomina usein auki ja ajoittain jopa auki kiilattuina, jolloin palo-osastojen välinen palo-ovi oli käytännössä hyödytön.



Kuva 34 Kopiokonehuoneessa säilytetään käytettyjen värikasettien lisäksi paljon SER tavaraa.

Kopiokonehuoneessa on sen pinta-alan nähden huomattava palokuorma kopiopaperia, pakkauspahvia, käytettyjä/käyttämättömiä värikasetteja sekä sähkö- ja elektroniikkaromua (kuva 34). Ajoittain palokuorma saavuttaa huippunsa, kun kopiopaperin ja värikasettien täydennykset saapuvat samaan aikaan, kun tilassa olevia roska-astioita ei ole tyhjennetty.

5.1.2 Menetelmän kuvaus

Tulipalon simuloimiseen on olemassa monia ohjelmia, joista näiden simulointien suorittamiseen valittiin Fire Dynamic Simulator (FDS), jonka kehitystyössä ovat olleet mukana VTT:n paloturvallisuustyöryhmän tutkijat. Ohjelma mahdollistaa tulipalojen ja niiden seurausten mallintamisen halutulla tarkkuudella.

Ohjelma laskee virtausdynamiikan keinoin sille määritetyn palon vaikutukset asetetussa geometriassa. Ohjelmalla voidaan keskittyä yhdessä huoneessa tapahtuviin ilmiöihin palon leviämisestä syntyvien savukaasujen myrkyllisyyteen tai laajentaa malli kokonaiseen kerrostaloon ja tutkia ainoastaan savun ja kuumankerroksen leviämistä. Laskentahilan tarkkuus, laskettavien ja tallennettavien muuttujien määrä sekä geometrian tilavuus määrittelevät simulointiajon keston. Tämän työn simuloinnit on ajettu yhden tietokoneytimen laskentoina, jotta mahdollisimman monia tapauksia pystyttiin laskemaan yhtäaikaaisesti. Laskentakoneen välimuisti salli maksimissaan viiden yhtäaikaisen tapauksen laskemisen, mikä lyhensi laskentojen kokonaisaikaa, kun yhden tietokoneajon keskimääräinen kesto oli viisi päivää.

Laskentamallissa tapahtuu sisäistä vaihtelua ajojen välillä johtuen tilastollisista ja laskennallisista muuttujista. Tästä syystä osa syötetiedoista on ajettu kahdesti ja herkkyyksianalyysin vertailutapaus neljään kertaan.

5.1.3 Laskentamallin kuvaus

Laskentamallilla on tarkoitus tarkastella eri tapausten valossa poistumisen suurinta sallittua aikaa, jos tulipalo tapahtuu kopiokonehuoneessa. Simuloinnin geometriaan on asetettu useisiin kohtiin antureita, jotka tallentavat haluttuja muuttujia laskennan edetessä. Poistumiselle kriittisinä raja-arvoina on käytetty kuvassa 35 esitettyjä lukuja, jotka on määritetty Suomen rakennusinsinöörien liiton teoksessa RIL 221-2003 [18]. Näistä tekijöistä antureille valikoitui optinen tiheys, kuuman savukerroksen paksuus ja lämpötila. Myrkylliset kaasut jätettiin pois, koska optisen tiheyden raja-arvo täytyy ennen kuin poistumisreitillä tarvitsee huomioida kaasujen myrkyllisyyttä. Lämpösäteily jätettiin pois käytännön syistä, koska sen laskenta vaatii liikaa muuttujia.

Näkyvyys

- Savukaasujen optinen tiheys saa olla enintään 3,3 dB/m aina 2 m korkeuteen lattiapinnasta mitattuna tilassa, jossa palo alkaa edellyttäen, että tilan suurin mitta on enintään 10 m. Jos tilan suurin mitta on yli 10 m, optinen tiheys saa olla enintään 1 dB/m.
- Savukaasujen optinen tiheys saa olla enintään 1 dB/m aina 2 m korkeuteen lattiapinnasta mitattuna kulkureiteissä sen tilan ulkopuolella, jossa palo alkaa.

Kuuman savukaasukerroksen paksuus

- Olettaen, että tulipalon seurauksena tilaan muodostuu alempi kylmä ilmakerros ja ylempi kuuma kaasukerrok (ns. kaksivyöhykemalli), tulee etäisyyden lattiasta kerrosten väliseen rajapintaan olla
 - vähintään $1,6 \text{ m} + 0,1 \cdot H$, missä H on tilan korkeus metreinä, kun huonekorkeus on yli 3 m
 - 1,5 m, kun huonekorkeus on enintään 3 m.

Lämpösäteily

Poistumisen aikana henkilöihin saa kohdistua lämpösäteilyä enintään

- 1 kW/m^2 jatkuvaa lämpösäteilyä
- 10 kW/m^2 enintään 4 s:n ajan
- 60 kJ/m^2 säteilyenergia (+ 1 kW/m^2 jatkuvan säteilyn tuottamaa energiaa).

Lämpötila

- Tilassa, jossa palo alkaa, $100 \text{ }^\circ\text{C}$ enintään 10 min:n ajan, edellyttäen, että ilman kosteuspitoisuus on alle 10 %.
- Kulkureiteillä enintään $60 \text{ }^\circ\text{C}$ sen tilan ulkopuolella, jossa palo alkaa.

Myrkylliset kaasut

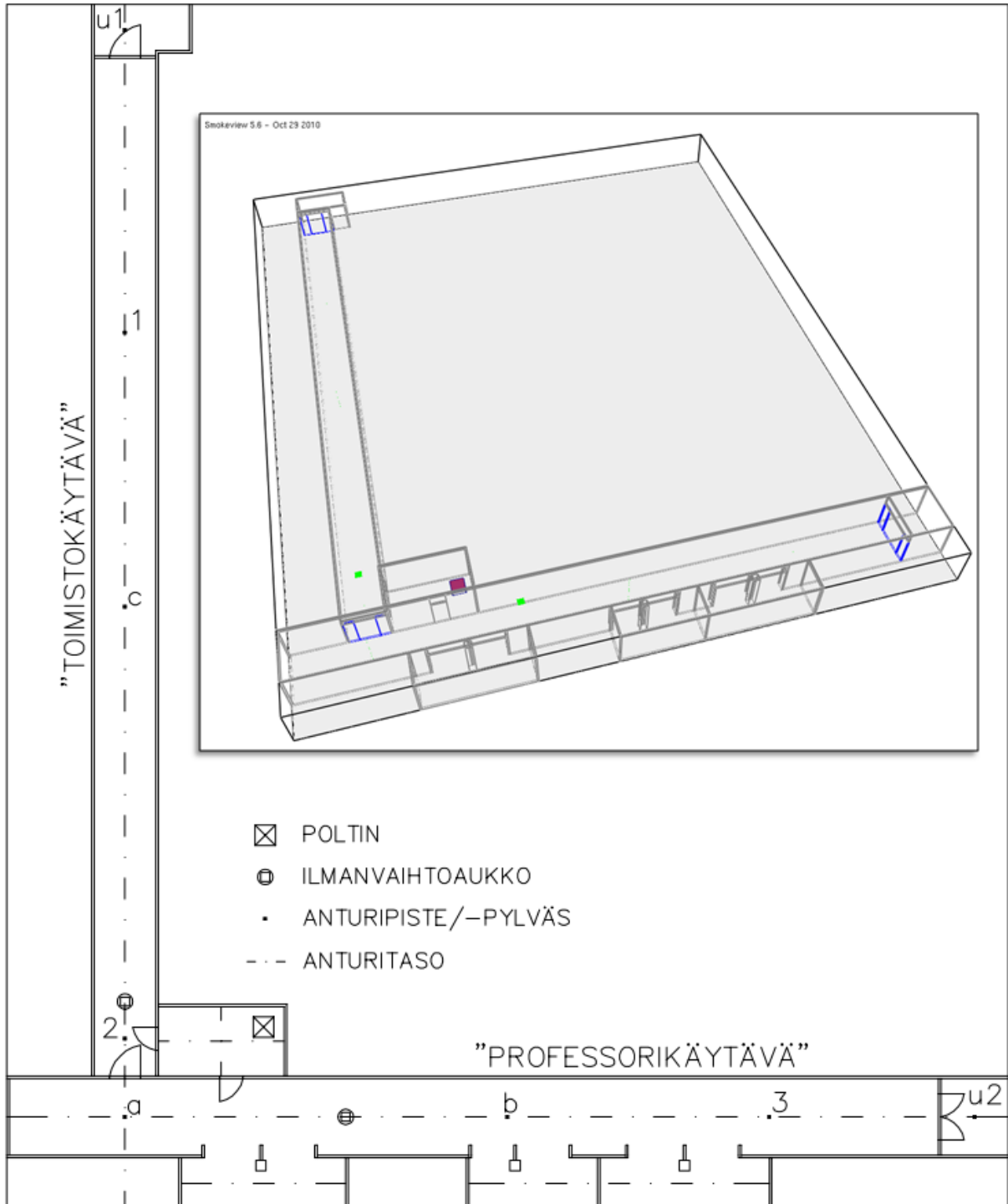
Mikäli savukaasujen optinen tiheys on pienempi kuin $[1] \text{ dB/m}$, ei poistuvien henkilöiden katsota altistuvan liiallisessa määrin myrkyllisille kaasuille. Muutoin eri kaasujen pitoisuuksien tulisi poistumisen aikana olla seuraavien rajojen puitteissa:

- hiilimonoksidi, CO: $< [2000] \text{ ppm}$
- hiilidioksidi, CO_2 : $< [5] \%$
- happi, O_2 : $> [15] \%$.

Kuva 35 Turvallisen poistumisen raja-arvot [18]

Laskentamallin geometria sisältää toisen kerroksen kopiokonehuoneen sekä niiden kahden palo-osaston käyttävät, joihin tilasta on pääsy (kuva 36). Laskentahilan kuutiokooksi valittiin $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$. Laskentahilan koosta johtuen joitakin mittoja jouduttiin sovittamaan

laskentamallia laadittaessa. Mittaerot ovat kuitenkin maksimissaan ± 5 cm. Käytäviä reunustavia tiloja ei ole sisällytetty laskentamalliin, koska vain olosuhteiden kehittymisellä käytävissä on merkitystä tutkittavalle tapaukselle. Professorikäytävän syvennykset on katsottu osaksi käytävää ja siksi otettu osaksi mallia. Käytävät ovat erikorkuiset, mikä on otettu huomioon niin mallinnuksessa kuin tutkittavien tilanteiden laadinnassa. Professorikäytävä on 2,7 m ja toimistokäytävä on 2,2 m korkea. Mallin tilavuuden ja laskenta-ajan minimoimiseksi on muuttujien herkkyyksianalyysi toteutettu vain professorikäytävää käyttäen.



Kuva 36 Simulointimallin geometria.

Malli laskee kaiken lähtöarvoista mahdollisen koko mallin tilavuudelta kaikissa laskentahilan kuutioissa, mutta tallentaa tulokset vain halutuissa pisteissä/tasoissa. Tähän laskentamalliin on asetettu seitsemän anturitasoa, jotka on asetettu tallentamaan lämpötila kaikissa asetetun akselin suuntaisen tason (lattiasta kattoon) laskentapisteesä. Näiden lisäksi mallissa on kahdeksan pistettä joissa on tallennettu taulukon 3 mukaiset arvot. Joihinkin pisteisiin on asetettu termonauhaelementti, joka tallentaa lämpötilan 30 senttimetrin välein koko käytävän korkeudelta. Optisen tiheyden profiili on tallennettu samalla tavalla 30 cm välein lattiasta kattoon.

Taulukko 3 Anturipisteiden tallentamat muuttujat.

Anturipisteiden tallentamat muuttujat						
Anturipiste	Kerroskorkeus	Ylempi lämpötila	Alempi lämpötila	Termoelementti-nauha	Optinen tiheys (2 m)	Optinen tiheys (profiili)
1	X	X	X			
2	X	X	X			
3	X	X	X			
a	X	X	X	X	X	
b	X	X	X	X		X
c	X	X	X	X	X	
u1	X	X	X			
u2	X	X	X			

Mallilla tutkittaviin raja-arvoihin vaikuttaa tulipalossa moni tekijä, joiden vaikutusten merkittävyys on tutkittava herkkyysanalyysillä. Tällaisista INPUT-tiedostoon (Liite 6) syötettävistä tekijöistä on tässä laskentamallissa huomioitu palon kehittyminen (t^2 -aika [s]), Paloteho [MW], noen tuotto [g/g polttoainetta] sekä koneellisen ilmanvaihdon korvausilmavirta [(dm³/s)/m³]. Palo on simuloitu mallissa 0,64 m² kaasupolttimolla, joka on 40 cm korkeudella lattiasta huoneen nurkassa.

Palon kehittymiselle valittiin viisi muuttujaa. Toimistopalot, joksi kopiokonehuoneen palo on laskettavissa, ovat palon kehittymiseltään nopeita 110 – 255 sekuntia [3]. Näiden ääriarvojen lisäksi on herkkyysanalyysissä käytetty yleisesti hyväksyttyjä aikoja palonkehittymiselle: nopea 150 s, normaali 300 s ja hidas 600 s [3, 9]. Näillä arvoilla katetaan kaikki mahdolliset aikatekijät palon kehittymiselle.

Paloteholle haettiin arvot kahdella eri lähestymistavalla. Ensimmäinen noudattaa kokeellisia ääriarvoja toimistotilojen paloille. Tällöin saadaan palotehon tiheydelle arvot 750 – 1500 kW/m² [3, 4], jotka vastaavat kopiokonehuoneen (pinta-ala 13,72 m²) tapauksessa palotehon syötearvoja 10,29 – 20,58 MW. Toinen lähestymistapa on materiaalienkohtainen palomalli, jossa arvioidaan eri materiaalien määrät/palotehot ja vapaa palopinta-ala. Palavamateriaali kopiokonehuoneessa on jaettavissa kahteen pääluokkaan, SER (sähkö ja elektroniikka romu) sekä paperi. Polttokokeiden tuloksena materiaaleille on määritetty palotehon tiheydet: SER 200 – 550 kW/m² ja paperi 64 – 80 kW/m² [14]. Kun materiaaleille arvioidaan vapaat pinta-alat (SER 9 m² ja paperi 5 m²), saadaan paloteho tällä mallilla 2,12 – 5,35 MW. Laskennassa on käytetty kaikkia neljää ääriarvoa.

Noen tuotto vaikuttaa savun optiseen tiheyteen ja sitä muodostuu kaikista tilassa palavista materiaaleista, kun palaminen ei ole täydellistä. Yleisenä rakennusirtaimiston noen tuottona pidetään 0,091 g/g [17]. Voimme kuitenkin hakea tähän arvoon tilastollista muuttujaa arvioimalla tilassa olevien eri materiaalien määräsuhteita ja laskemalla niiden noen tuoton yhdistelmiä. Kopiokonehuoneessa on paljon paperia (0,015 g/g) ja muoveja (polystyreeni 0,16 – 0,21 g/g, ABS 0,105 g/g ja PVC 0,14 g/g) [17]. Näiden materiaalien määräsuhteita muuttamalla määritettiin noen tuotolle neljä lisä arvoa yleisen lisäksi.

Korvausilmavirralla on valittavissa useita kohteeseen sopivia arvoja joista valittiin viisi. Kaikki arvot ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaisia. Käytetyt korvausilmavirran arvot ovat: minimi 0,35 (dm³/s)/m³, toimistokäytävälle 0,5 (dm³/s)/m³, käyttöajan ulkopuolella 0,15 (dm³/s)/m³, toimistohuoneelle 1,5 (dm³/s)/m³ sekä oppilaitoksessa (käytävä/aula) 4 (dm³/s)/m³.

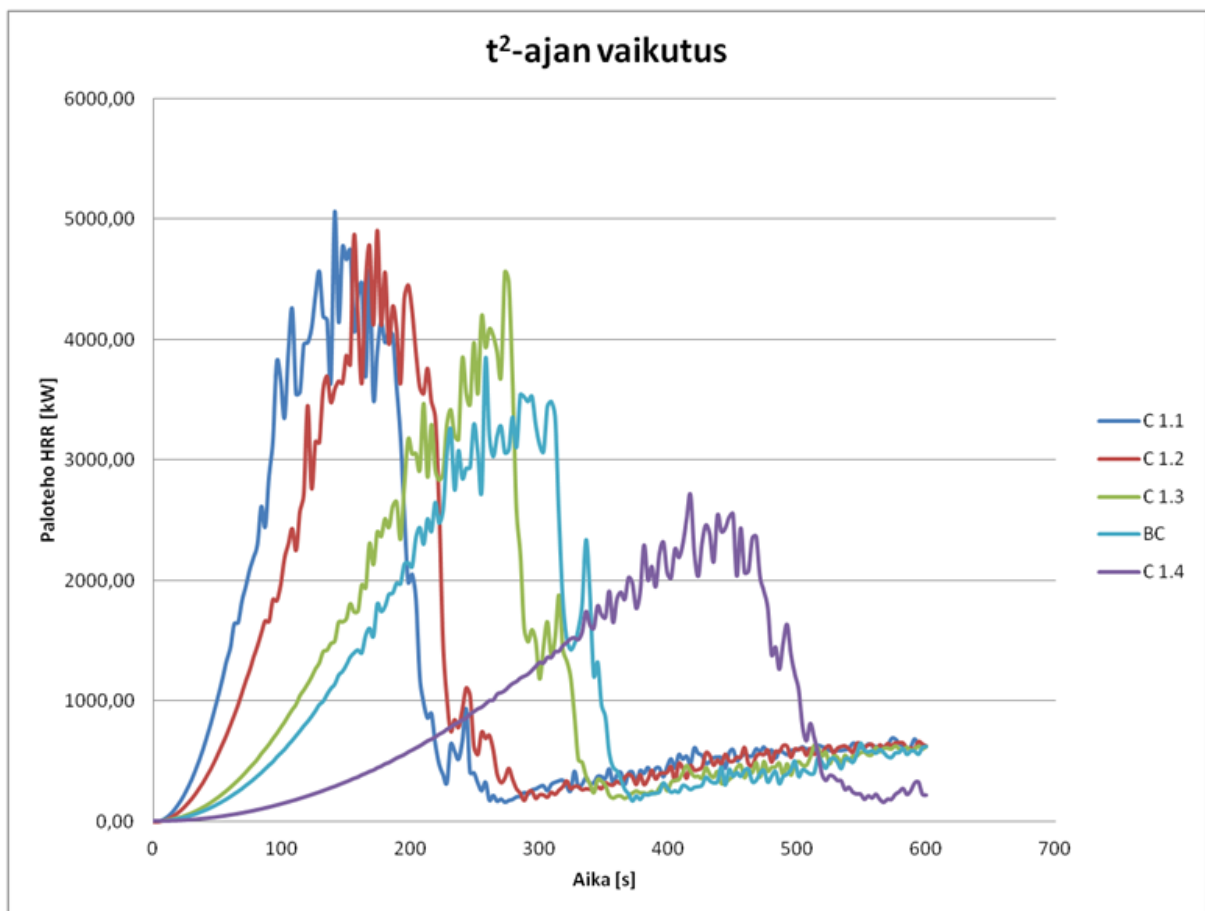
Taulukko 4 Yhteenveto laskentamallien syötetiedoista.

	Tapaus	t ² -aika (s)	Paloteho (MW)	Noen tuotto (g/g)	Korvausilmavirta [(dm ³ /s)/m ²]	Avoimet ovet laskentamallissa
I	Case 1.1	110	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 1.2	150	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 1.3	255	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	BaseCase	300	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 1.4	600	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 2.1	300	2.12	0.091	1.5	Professorikäytävä
	BaseCase	300	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 2.2	300	10.39	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 2.3	300	20.58	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 3.1	300	5.35	0.078	1.5	Professorikäytävä
	Case 3.2	300	5.35	0.085	1.5	Professorikäytävä
	BaseCase	300	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 3.3	300	5.35	0.094	1.5	Professorikäytävä
	Case 3.4	300	5.35	0.102	1.5	Professorikäytävä
	Case 4.1	300	5.35	0.091	0.15	Professorikäytävä
	Case 4.2	300	5.35	0.091	0.35	Professorikäytävä
	Case 4.3	300	5.35	0.091	0.5	Professorikäytävä
	BaseCase	300	5.35	0.091	1.5	Professorikäytävä
	Case 4.4	300	5.35	0.091	4	Professorikäytävä
II	Case 5.1	300	5.35	0.091	0.5	Toimistokäytävä
	Case 5.2	300	5.35	0.091	0.5	Prof.k. + palo-ovi
	Case 5.3	300	5.35	0.091	0.5	Toimistok. + palo-ovi
	Case 5.4	300	5.35	0.091	0.5	Prof.k. + aula
	Case 5.5	300	5.35	0.091	0.5	Kaikki ovet auki
III	Best_Case	600	2.12	0.078	0.15	Professorikäytävä
	Mitoitus	300	5.35	0.091	0.5	Professorikäytävä
	Worst_Case	110	20.58	0.102	4	Professorikäytävä

Laskennat on luokiteltu toiminnallisuuden perusteella kolmeen ryhmään. Ensimmäinen on syötemuuttujien herkkyyssanalyysi. Toinen on savun leviäminen käytäviin eri ovikombinaatioiden avulla. Viimeisenä on tarkasteltu paras ja huonoin mahdollinen sekä todennäköisin (mitoittava) tilanne.

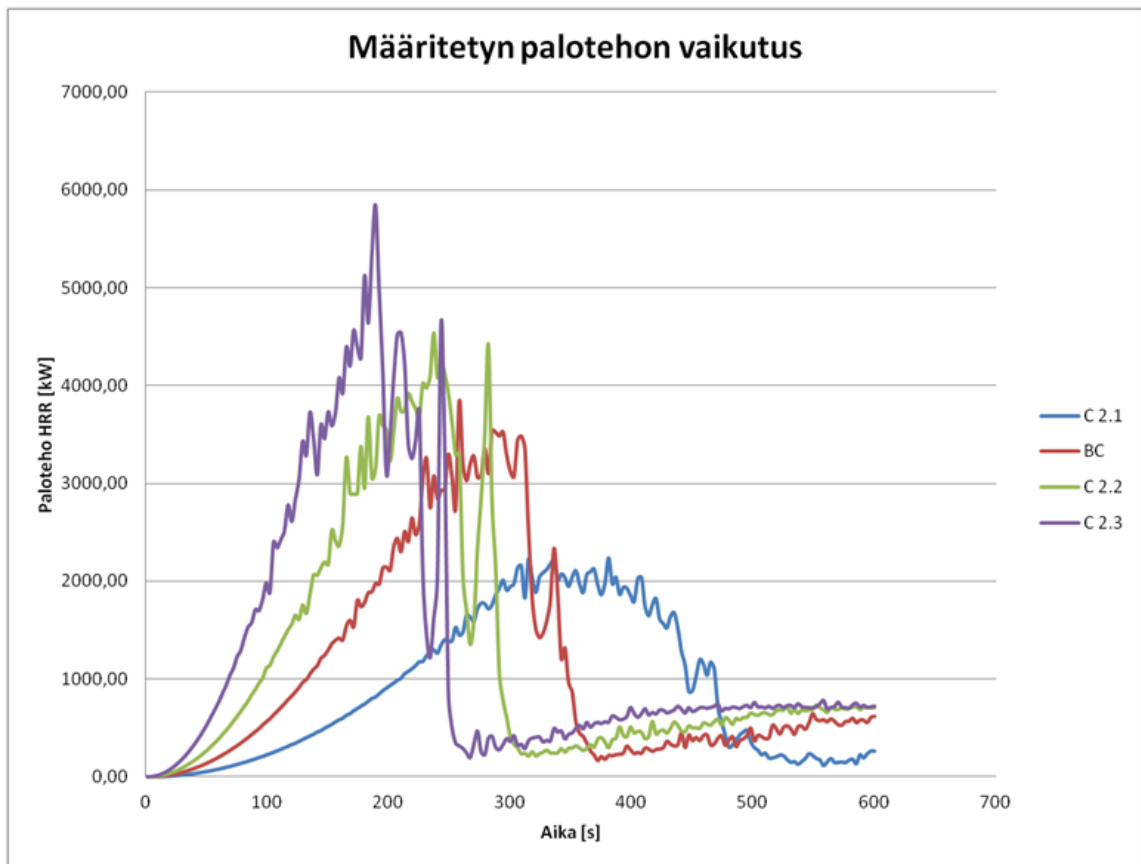
5.1.4 Tulokset

Suurimmassa osassa laskentatapauksista palotilasta on vain yksi ovi auki käytävälle. Lisäksi ainoat korvausilmaventtiilit ovat käytävissä. Nämä seikat johtavat happirajoitteeseen paloon, jonka teoreettinen maksimi paloteho on n. 4100 kW ($\dot{Q}_{max} = 1500 \text{ kW} * A_o * \sqrt{h_o}$ [2]). Tämä on hyvin havaittavissa kuvissa 37 – 40, joissa on nähtävissä ryhmän 1 tapausten palotehon kehityksen kuvaajat.

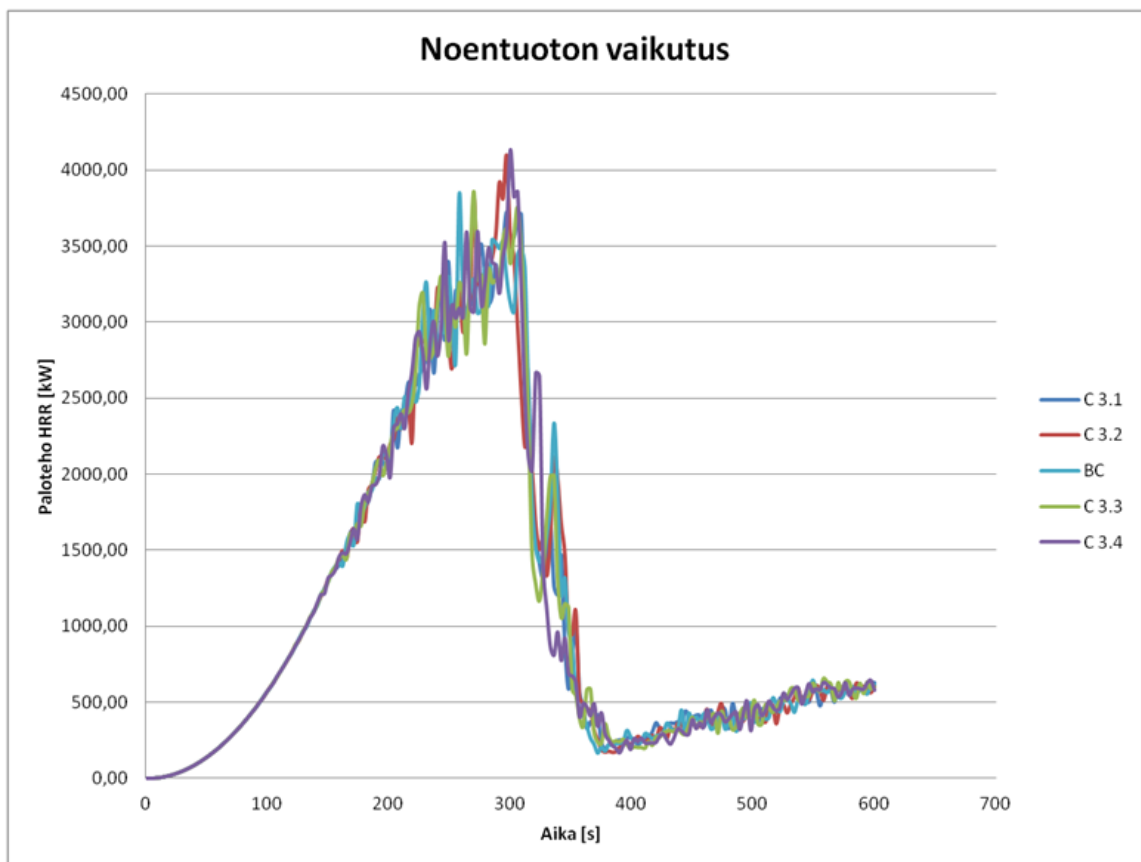


Kuva 37 Palotehon kehityksen kuvaaja, herkkyyssanalyysi t^2 -ajan vaikutukselle.

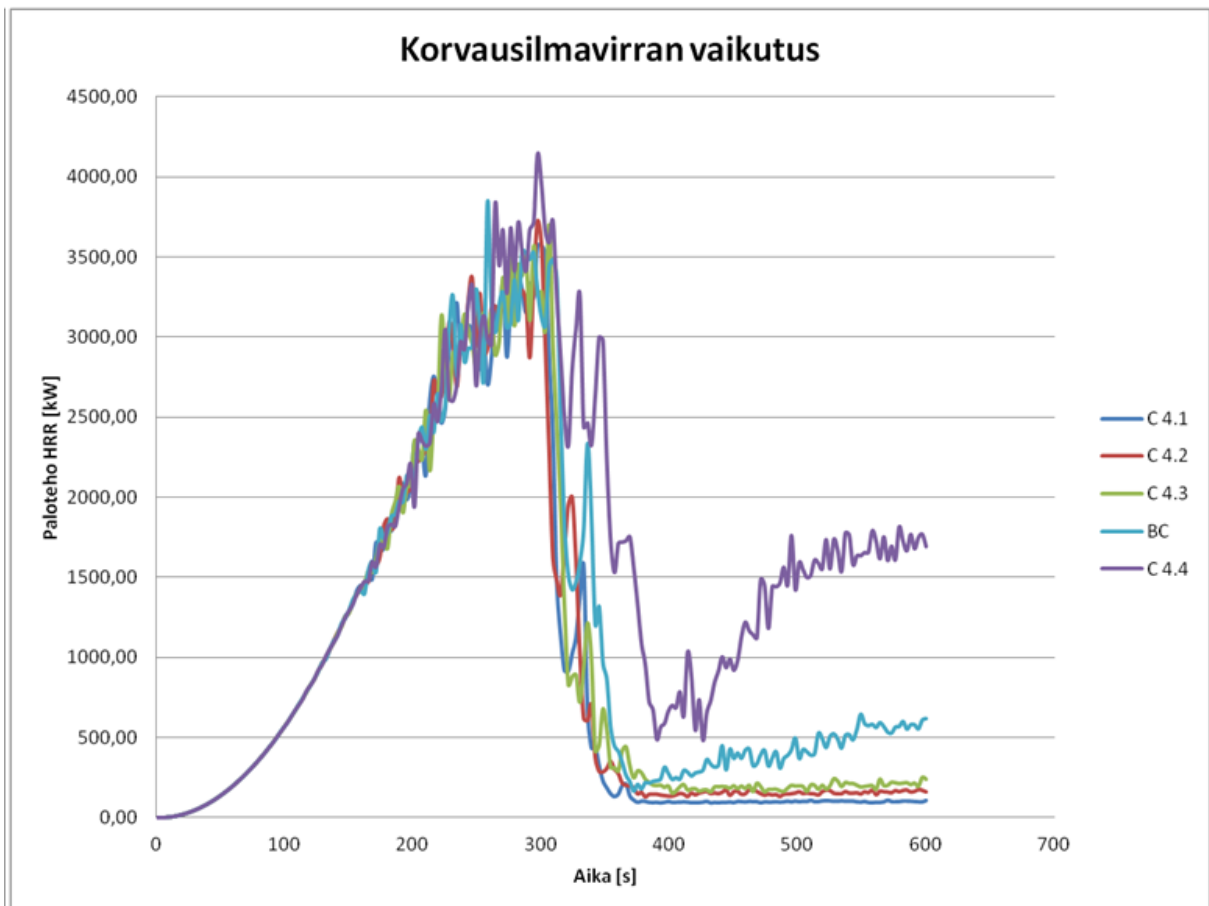
Kuten voidaan havaita suurimman vaikutuksen palotehoon simuloidussa tilanteessa tekevät valittu palon kehittymisaika (t^2 -aika, kuva 37) sekä polttimolle määritetty tavoite paloteho (kuva 38). Noentuotolla ei oletettukaan olevan vaikutusta palotehon kehitykseen, mitä tukee sen herkkyyssanalyysin kuva 39. Kaikista kuvaajista on selkeästi havaittavissa palon luonne happirajoitteisena palona. Kun simuloinnin geometria täytyy savusta, ei paloteho koskaan varsinaisesti ylitä teoreettista maksimia (4100 kW) ja lopulta se romahtaa lähes nollaan kytemisen alkaessa.



Kuva 38 Palotehon kehityksen kuvaaja, herkkyysanalyysi määritetyn palotehon vaikutukselle.



Kuva 39 Palotehon kehityksen kuvaaja, herkkyysanalyysi noentuoton vaikutukselle.



Kuva 40 Palotehon kehityksen kuvaaja, herkkyysanalyysi korvausilmavirran vaikutukselle.

Korvausilmavirran vaikutus näkyy vasta kun tämä romahdus palotehossa on tapahtunut (kuva 40). Kun savulla täyttyneeseen kytevään tilaan tuotetaan koneellisesti ilmaa, syttyvät kuuman savukerroksen palokaasut liekkiin korvausilmaventtiilin kohdalla. Mitä suurempi ilmavirta sitä suurempi paloteho kuuman kerroksen savukaasujen palamisesta syntyy, kuten korvausilmavirran vaikutuskuvaajasta on luettavissa.

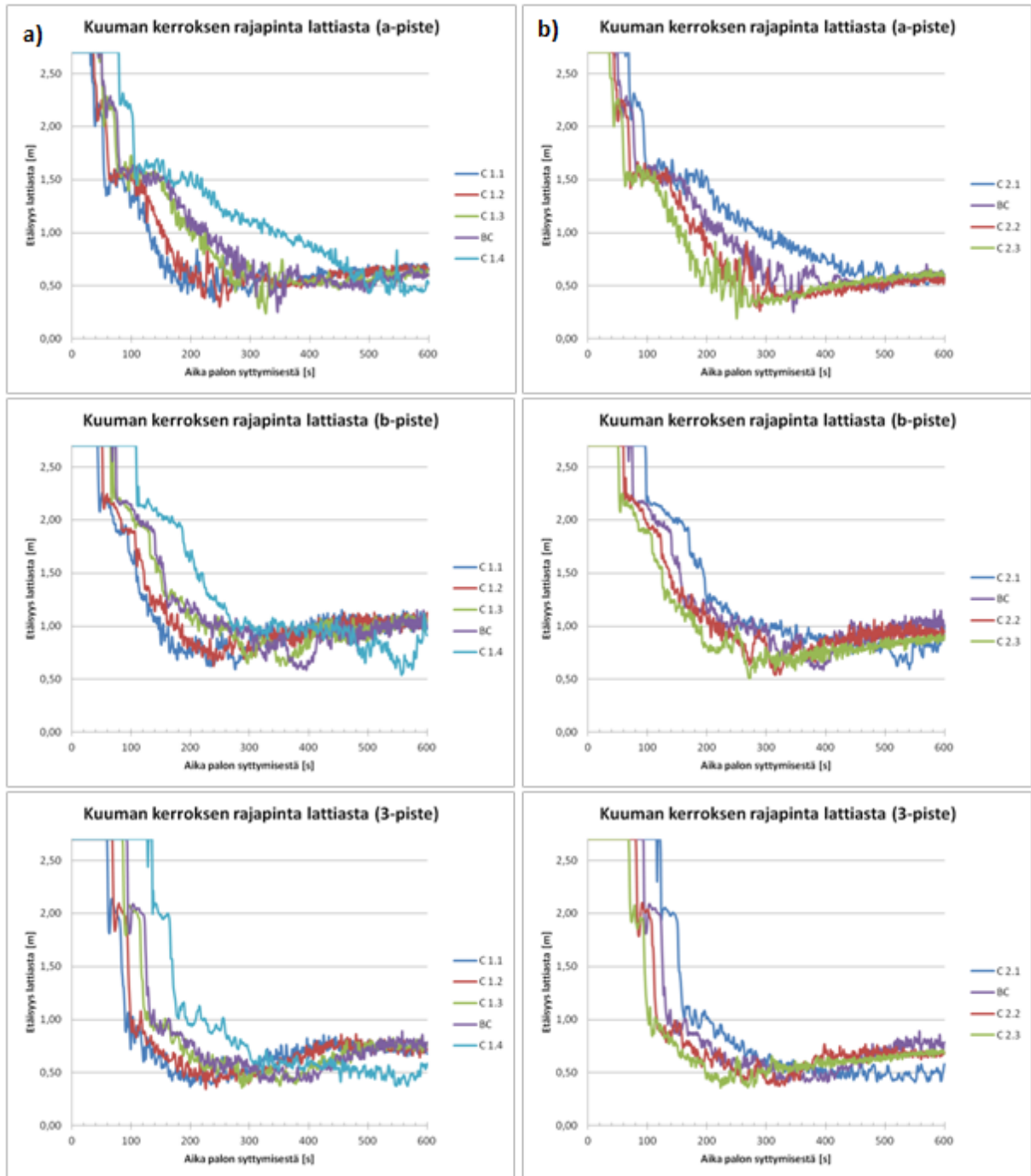
Palon happirajoitteisuus ja sen mukanaan tuoma palotehon romahdus eivät kuitenkaan muodosta haluamiamme tuloksia silmällä pitäen ongelmaa, sillä siinä vaiheessa kun muutos palon luonteessa tapahtuu, ovat olosuhteet käytävässä jo ylittäneet jonkin sallitun raja-arvon. Esimerkiksi Case 1.1 tapauksessa palo kehittyy normaalisti aina 100 sekuntiin asti ja romahdus palotehossa tapahtuu noin 180 sekunnin kohdalla, kun taas kriittinen raja-arvo (kuuman kerroksen korkeus) on ylittynyt jo 54 sekunnissa.

Taulukko 5 Herkkyysanalyysin (Ryhmä 1) tulokset tutkituille raja-arvoille.

Palomalli	Lämpötila ($\geq 60^{\circ}\text{C}$ @ 1.35m)		Kuumakerros (≤ 1.5 m lattiasta)			Optinen tiheys (≥ 1 dB/m @ 2m)		Avoimet ovet laskentamallissa
	a	b	a	b	3	a	b	
Case 1.1	94	119	54	109	84	56	77	Professorikäytävä
Case 1.2	118	139	63	121	95	65	95	Professorikäytävä
Case 1.3	167	198	93	150	117	93	135	Professorikäytävä
BaseCase	178	221	93	155	126	102	145	Professorikäytävä
Case 1.4	284	363	108	211	170	159	218	Professorikäytävä
Case 2.1	238	305	138	194	153	138	194	Professorikäytävä
BaseCase	180	219	84	160	126	103	148	Professorikäytävä
Case 2.2	148	178	71	137	111	83	122	Professorikäytävä
Case 2.3	120	142	62	125	95	67	98	Professorikäytävä
Case 3.1	184	228	83	156	126	103	151	Professorikäytävä
Case 3.2	181	223	122	155	126	101	148	Professorikäytävä
BaseCase	179	219	82	160	126	96	148	Professorikäytävä
Case 3.3	184	224	115	154	126	102	152	Professorikäytävä
Case 3.4	184	217	92	151	126	96	143	Professorikäytävä
Case 4.1	180	219	80	151	123	99	142	Professorikäytävä
Case 4.2	182	218	127	157	124	99	141	Professorikäytävä
Case 4.3	180	221	92	154	125	99	140	Professorikäytävä
BaseCase	180	219	82	160	126	96	148	Professorikäytävä
Case 4.4	190	237	118	174	134	103	159	Professorikäytävä

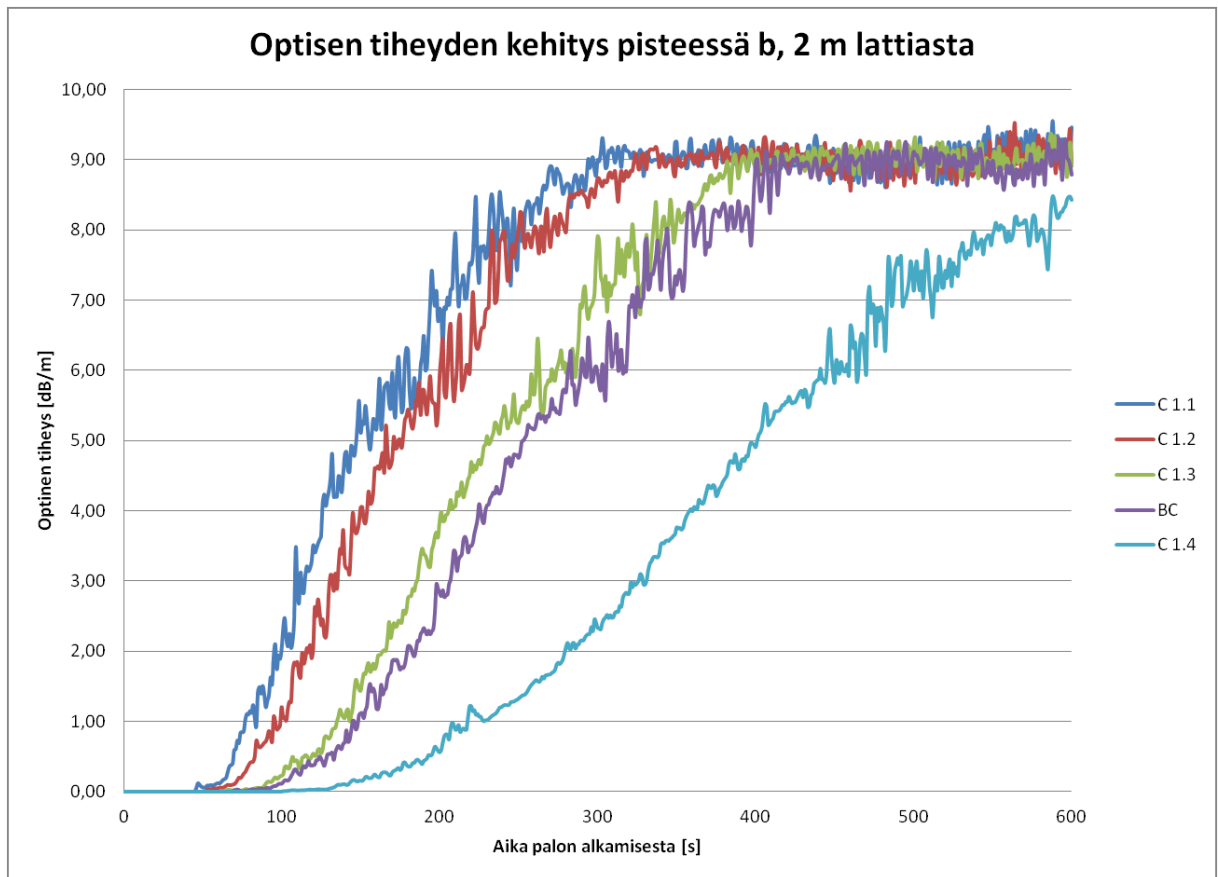
Tulokset herkkyysanalyysin skenaarioille on esitetty taulukossa 5, missä paloa lähinnä olevan anturin a kriittiset ajat on korostettu keltaisella ja käytävän keskellä olevan anturin b ajat oranssilla. Kunkin tarkasteluparametrin pienin aika on kirjattu punaisella.

Laskennan tulokset ovat hyvin selkeät. Missään herkkyysanalyysin tapauksista ei lämpötila käytävän keskikorkeudella ollut parametreista kriittisin. Tarkastelu pisteessä a on kuumakerroksen korkeus lattiasta kriittinen 15 tapauksessa 19:sta ja kaksi kertaa saavutetaan optisen tiheyden raja-arvo samanaikaisesti. B pisteessä puolestaan saavutetaan yhtä tapausta lukuun ottamatta optisen tiheyden raja-arvo ensimmäisenä. Tulokset osoittavat, että käytävään syntyvässä savukerroksessa on selkeitä korkeuseroja palon ensi minuutteina. Samalla kuitenkin optiseen tiheyteen vaikuttavat nokipartikkelit leviävät tasaisesti savukerroksessa pitkin käytävää. Herkkyysanalyysi paljastaa kaksi selkeästi merkityksellistä parametria, t^2 -aika ja paloteho. Kummatkin osoittavat selkeän trendin tuloksissaan (nouseva Case 1.1 – 1.4 ja laskeva Case 2.1 – 2.3). Kaksi muuta parametria (noentuotto ja korvausilmavirta) näyttävät olevan tulosten kannalta merkityksettömiä. Pisteiden b sekä 3 kriittiset ajat ovat lähestulkoon identtiset ja a pisteen tulokset hajaantuvat eikä selkeää trendiä ole nähtävissä.



Kuva 41 Kuumen kerroksen rajapinnan kehitys palon aikana. Sarake a) t2-aika, b) paloteho.

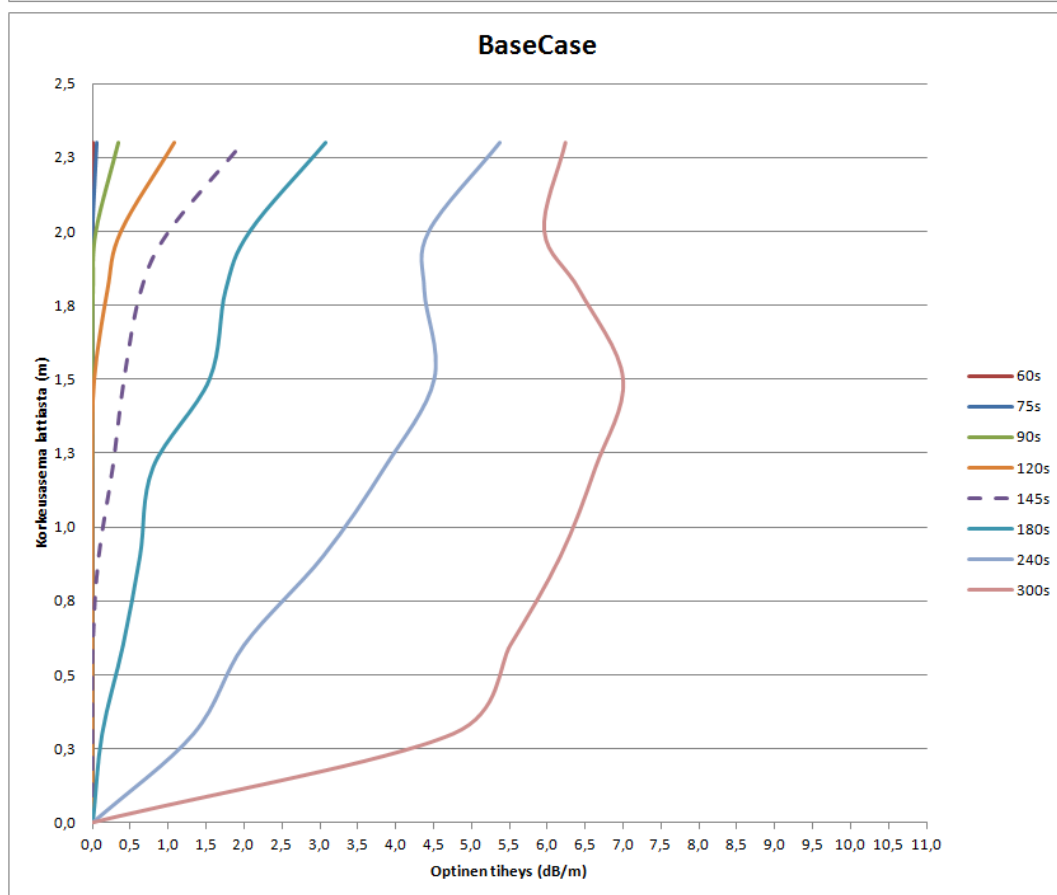
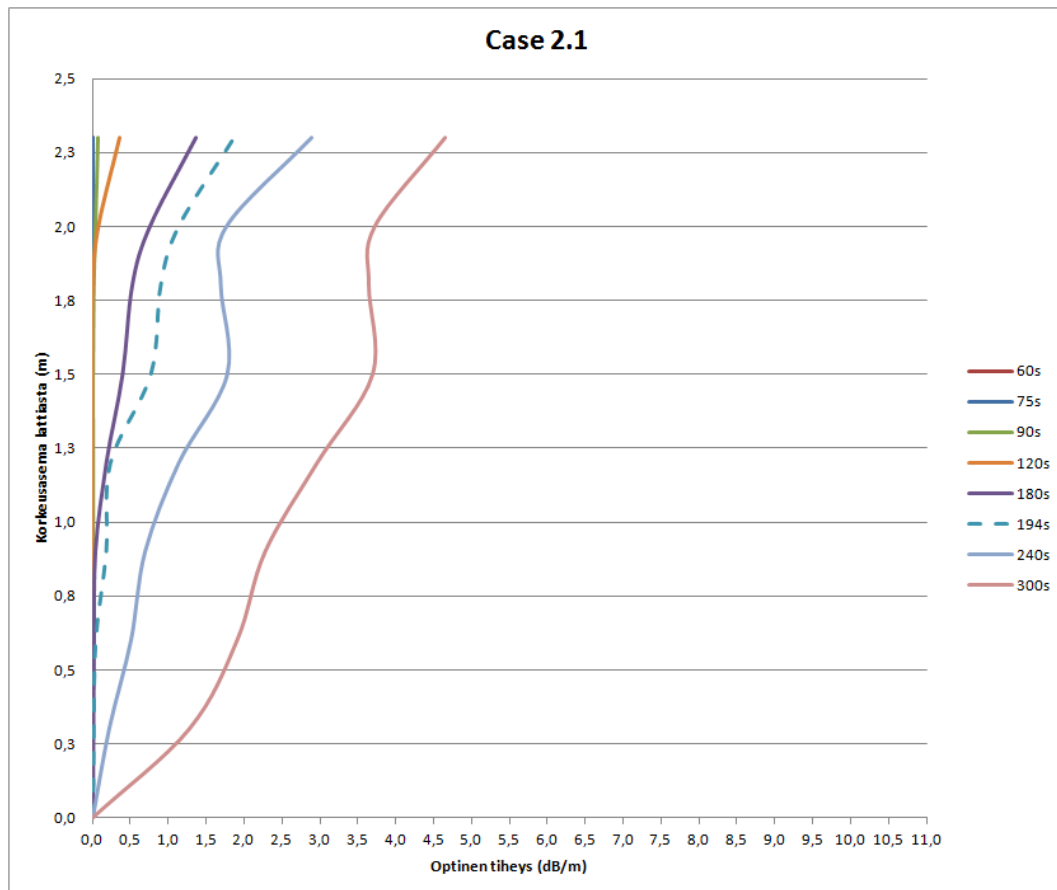
Käytävään syntyvä kuuma kerros kehittyy kaikissa tapauksissa hyvin samankaltaisesti. Kuuma savu etenee ensin aallon tavoin tilan katon rajassa, kunnes se saavuttaa tilan ääripäät (kuvan 41 kuvaajien ensimmäinen pudotus). Tämän jälkeen kuuma savupatja laskeutuu tilan ääripäissä 0,5 – 1,0 metriä vain muutamassa sekunnissa, kun käytävän keskellä laskeutuminen on vaiheittaista. Mitä pienempi t^2 -aika tai suurempi paloteho, sitä nopeammin kuumakerros muodostuu käytävään ja täyttää sen. Pitkällä aikavälillä kaikkien tapausten kuumat kerrokset saavuttavat lopulta suurin piirtein saman tason.



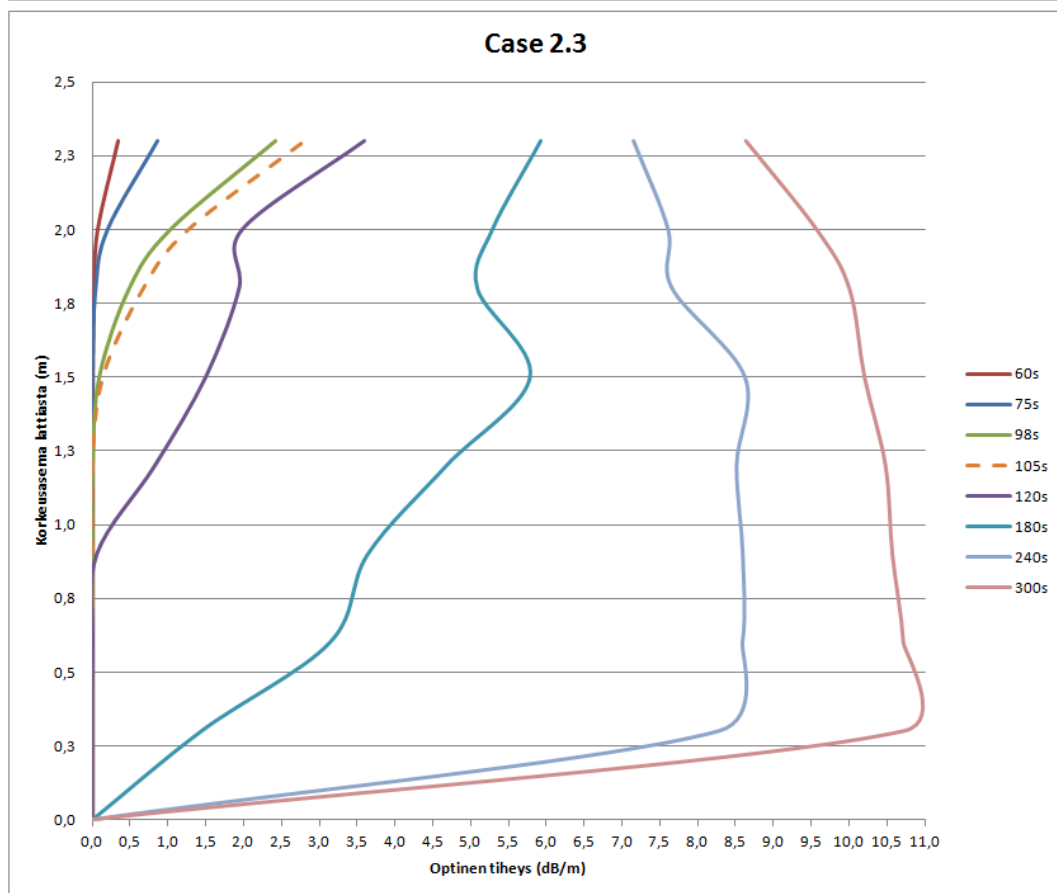
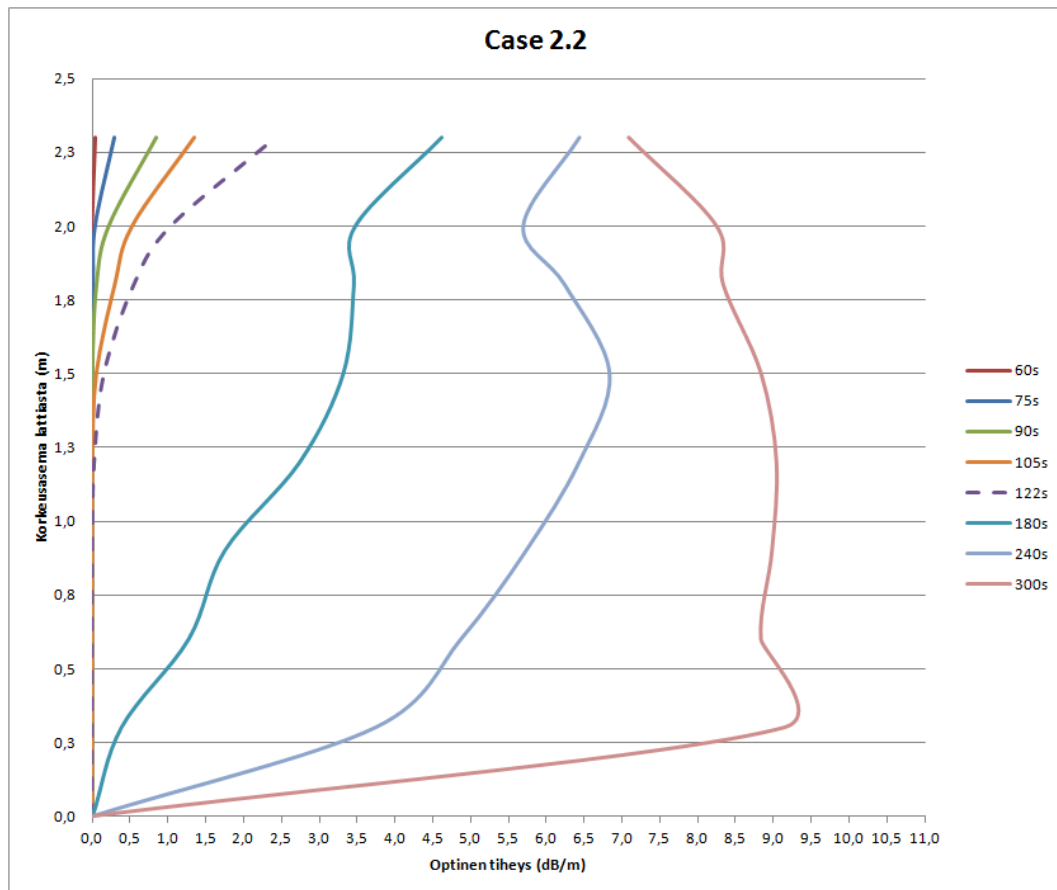
Kuva 42 Optisen tiheyden kehitys palon aikana 2 metrin korkeudella pisteessä b.

Palokaasujen mukana kuumaan kerrokseen päätyy nokipartikkeleita, jotka vaikuttavat savun läpinäkyvyyteen, optiseen tiheyteen. Kuva 42 osoittaa selkeästi t^2 -ajan vaikutuksen optisen tiheyden kehitykseen kriittisellä korkeudella. Vaikutus näkyy niin optisen tiheyden kasvun alkuhetkessä kuin kasvunopeudessa. Mitä nopeampi palonkehitys on, sitä aikaisemmassa vaiheessa alkaa savukerroksen optinen tiheys kasvaa. Tapausten 1.1 ja 1.2 kasvun gradientti on käytännössä sama. Samoin on tapauksen 1.3 ja vertailutapauksen gradienttien laita, mitkä ovat vain hieman edellisiä loivempia. Vasta tapauksen 1.4 optisen tiheyden kasvun gradientti on merkittävästi muita loivempi. Maksimi arvo kaikissa tapauksissa on kuitenkin sama.

Kuvissa 43 ja 44 on esitetty optisen tiheyden profiili seurantapisteessä b tietyin ajanhetkin, joista kriittinen on esitetty katkoviivalla. Kuva osoittaa hyvin sen, ettei optinen tiheys ole suinkaan vakio kuumassa savukerroksessa. Kun paloteho on pieni (kuten kuvissa 43 ja 44) tai t^2 -aika suuri, on optinen tiheys lähes lineaarinen savukerroksessa. Mutta kun palon potentiaali kasvaa (paloteho nousee tai t^2 -aika laskee), alkaa kuuman savukerroksen optisessa tiheydessä tapahtua muutoksia. Palon edetessä optisen tiheyden maksimi arvo laskeutuu kuumassa kerroksessa alaspäin, niin että lopulta suurin optisen tiheyden arvo saavutetaan savukerroksen alimmassa osassa.



Kuva 43 Optisen tiheyden profiili pisteessä b ajanhetkellä x. Kriittisen ajan käyrä on esitetty katkoviivalla.



Kuva 44 Optisen tiheyden profiili pisteessä b ajanhetkellä x. Kriittisen ajan käyrä on esitetty katkoviivalla.

Taulukko 6 Vertailutapauksen (BaseCase) laskentojen tulokset, keskiarvo sekä keskihajonta.

BaseCase laskenta	Lämpötila ($\geq 60^{\circ}\text{C}$ @ 1.35m)		Kuuma kerros (≤ 1.5 m lattiasta)			Optinen tiheys (≥ 1 dB/m @ 2m)	
	a	b	a	b	3	a	b
1	178	221	93	155	126	102	145
2	180	219	84	160	126	103	148
3	179	219	82	160	126	96	148
4	180	219	82	160	126	96	148
Keskiarvo :	179	220	85	159	126	99	147
Keskihajonta :	0,96	1,00	5,25	2,50	0,00	3,77	1,50

Vertailutapaus ajettiin osana herkkyysanalyysiä neljään kertaan. Näistä tuloksista (taulukko 6) nähdään laskennan sisäisten vaihteluiden vaikutus raja-arvoihin. Vaihtelu tuloksissa on selkeästi suurinta lähinnä paloa pisteessä a, minkä tulosten keskihajonta osoittaa. Mitä kauemmas palonlähteestä siirrytään, sitä pienempää laskennan vaihtelut ovat. Pisteessä 3 tulokset ovat jo identtisiä vertailutapauksen laskentojen välillä. Kun laskennan sisäiset vaihtelut ovat näin pieniä, voidaan erojen tuloksissa sanoa todella johtuvan asetetuista parametreista.

Taulukko 7 Ryhmän 2 (ovi kombinaatiot) tulokset.

Palomalli	Lämpötila ($\geq 60^{\circ}\text{C}$ @ 1.35/1.2m)			Kuuma kerros (≤ 1.5 m lattiasta)						Optinen tiheys (≥ 1 dB/m @ 2m)			Avoimet ovet laskentamallissa
	a	b	c	a	b	c	1	2	3	a	b	c	
Case 5.1			181/181			77/77	94/94	46/46				89/89	Toimistokäytävä
Case 5.2	188	228	344	155	155	231	194	288	124	101	143	175	Prof.k. + palo-ovi
Case 5.3	252	300	205	225	218	78	98	65	157	137	182	94	Toimistok. + palo-ovi
Case 5.4	184/181	230/227		82/80	159/165				126/124	105/103	141/138		Prof.k. + aula
Case 5.5	197	266		81	178	80	101	91	130	102	156	101	Kaikki ovet auki

Ryhmän 2 tuloksista (taulukko 7) saadaan kuva tilan vaikutuksesta raja-arvojen täyttymiselle. Taulukossa 7 on korostettu toimistokäytävän pienin raja-arvon aika keltaisella ja professorikäytävän oranssilla kussakin laskenta mallissa. Kaksi tapauksista (Case 5.1 ja Case 5.4) on ajettu kahteen kertaan. Näiden molemmat tulokset on esitetty taulukossa 7 / –merkillä erotettuna.

Matalampana käytävänä toimistokäytävä täyttyy professorikäytävää nopeammin savusta ja poistumisen estävä raja-arvo (kuuman kerroksen paksuus) täyttyy tarkastelupisteessä 2 jo 46 sekunnin kohdalla palon alkamisesta. Käytävän päässä pisteessä 1 raja-arvo saavutetaan vain 94 sekunnin kohdalla, mikä vastaa karkeasti professorikäytävän vertailutapauksen nopeinta aikaa. Kun käytävien välinen palo-ovi avataan, on sillä kumpaan käytävään savu ensisijaisesti purkautuu suuri merkitys raja-arvojen täyttymiselle. Sen lisäksi, että savulla on täytettävänä huomattavasti suurempi tilavuus, täyttyy sen saavuttaa professorikäytävään purkautuessaan 70 senttimetrinen kerros ennen kuin se pääsee purkautumaan toimistokäytävään. Toiseen suuntaan savuputjalle riittää ennen professorikäytävään purkautumista 20 senttimetrin paksuus. Nämä seikat johtavat siihen, että professorikäytävän ollessa ensisijainen kohde savulle tulee optisesta tiheydestä kummankin käytävän kriittinen raja-arvo. Toimistokäytävän aikatekijät pitenevät merkittävästi kautta linjan, kun taas professorikäytävässä ainoastaan kuuman kerroksen paksuuden raja-ajat pitenevät vertailutasosta. Jos ensisijaisena käytävänä

toimii toimistokäytävä, on raja-aikoja pidentävä vaikutus toissijaisessa käytävässä edellistä tapausta suurempi. Kun kaikki raja-ajat toimistokäytävässä ovat lähestulkoon samat kuin Case 5.2 tapauksessa, varsinkin käytävän kauemmassa päässä, ovat professorikäytävän raja-ajat huomattavasti vertailutasoa pidemmät. Kun ovet käytävien kauemmissa päissä avataan ja savu pääsee purkautumaan vapaasti pois käytävistä, eivät tulokset juurikaan eroa vertailutasoistaan (professorikäytävälle BaseCase ja toimistokäytävälle Case 5.1).

Taulukko 8 Ryhmän 3 (mitoitustapaukset) laskentojen tulokset.

	Lämpötila		Kuumu kerros			Optinen tiheys		
Palomalli	(≥60°C @ 1.35m)		(≤1.5 m lattiasta)			(≥1 dB/m @ 2m)		Avoimet ovet
	a	b	a	b	3	a	b	laskentamallissa
Best_Case	317	499	129	251	199	271	305	Professorikäytävä
Mitoitus	180	221	92	154	125	99	140	Professorikäytävä
Worst_Case	59/59	84/84	41/41	84/84	67/67	39/39	58/58	Professorikäytävä

Ryhmä 3 käsittää kolme mitoitettavaa tapausta. Best_Case on paras mahdollinen tilanne sisältäen palon kannalta heikoimmat muuttujien arvot. Toista ääripäätä edustaa Worst_Case, joka sisältää kaikki palon kannalta vahvimmat tekijät. Näiden kahden väliin asettuu tapaus Mitoitus, joka edustaa todennäköisintä skenaariota. Mitoitus on muuten sama kuin ryhmän 1 vertailutapaus, mutta korvausilmavirran muuttujana on käytetty toimistokäytävän standardi arvoa ($0,5 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^3$). Tulokset (taulukko 8) muodostavat mielenkiintoisen trendin, kun kriittinen raja-arvotekijä parhaassa mahdollisessa tapauksessa (Best_Case) on kummassakin tarkastelupisteessä kuuman kerroksen paksuus ja pahimmassa mahdollisessa tapauksessa (Worst_Case) molemmissa optinen tiheys. Itse Mitoitus jää sopivasti näiden kahden väliin ryhmän 2 vertailutapausta sivuavilla tuloksillaan. Voidaan siis sanoa, että pitkissä matala energisissä paloissa raja-arvotekijäksi muodostuu todennäköisemmin kuuman kerroksen paksuus, kun taas nopeissa korkealla energisissä paloissa tämä tekijä on useimmin optinen tiheys.

Tapaus Mitoitus edustaa hyvin tutkitun palon keskimääräistä tilannetta ja siten antaa merkitsevän arvon poistumisen suurimmalle sallitulle ajalle tässä skenaariossa. Kun otetaan huomioon niin laskennan sisäinen vaihtelu kuin paras ja huonoin mahdollinen tapaus, niin suurimmaksi käytettävissä olevaksi turvallisesti poistumisajaksi (ASET) saadaan 100 s (± 20 s).

5.2 Pääaulatilojen poistumissimulointi

Osana R-talon poistumisharjoitusta toteutettiin joukko erikois- ja projektitöitä. Yhdessä näistä erikoistöistä tutkittiin simuloimalla R-talon aulatilojen evakuoitumista erilaisissa olosuhteissa. Simulointiin haluttiin mukaan myös ylä- ja ala-auloja yhdistävät kierreportaat. Seuraavassa referoidaan tätä Miikka Lehtimäen erikoistyötä [11] ja käsitellään sen tuloksia osana tämän diplomityön suurempaa yhteyttä.

5.2.1 Tausta

Poistumisharjoituksessa todettiin rakennuksen pääoven (A-ovi) kapasiteetin riittävän silloisen ihmismäärän evakuoimiseen. A-ovesta poistui harjoituksen aikana 235 henkeä ja niiden sallittu kapasiteetti on Suomen Rakennusmääräyskokoelman osan E1 ”Rakennusten

paloturvallisuus” mukaan 300 henkeä. A-ovea ei ole tarkoitettu pääasiallisesti poistumisoveksi, mutta kuten aikaisemmin on jo todettu ihmiset haluavat käyttää heille tuttua reittiä, vaikka tarjolla olisi varsinainen, lyhyempi poistumisreitti. Tästä syystä halusimme tarkastella simuloinnin avulla aulatilojen toimintaa evakuointitilanteessa, kun ihmismäärät ylittävät A-ovien sallitun kapasiteetin. Tällainen tilanne voi olla mahdollinen oikeasti, kun rakennus on maksimikäytöllä.

5.2.2 Menetelmän kuvaus

Ihmisten käyttäytymiseen tulipalotilanteissa on kehitetty useita simulointi-ohjelmia, joista erikoistyössä käytetty Fire Dynamic Simulator ohjelma ja sen Evac laajennus (FDS+Evac) on yksi kehittyneimmistä. Ohjelmalla voidaan mallintaa kokonaisia rakennuksia eri kerroksineen sekä ihmisten liikkeitä mallissa. Ohjelmalla on kuitenkin omat rajoituksensa, joista osa tuli esiin erikoistyön yhteydessä. [11]

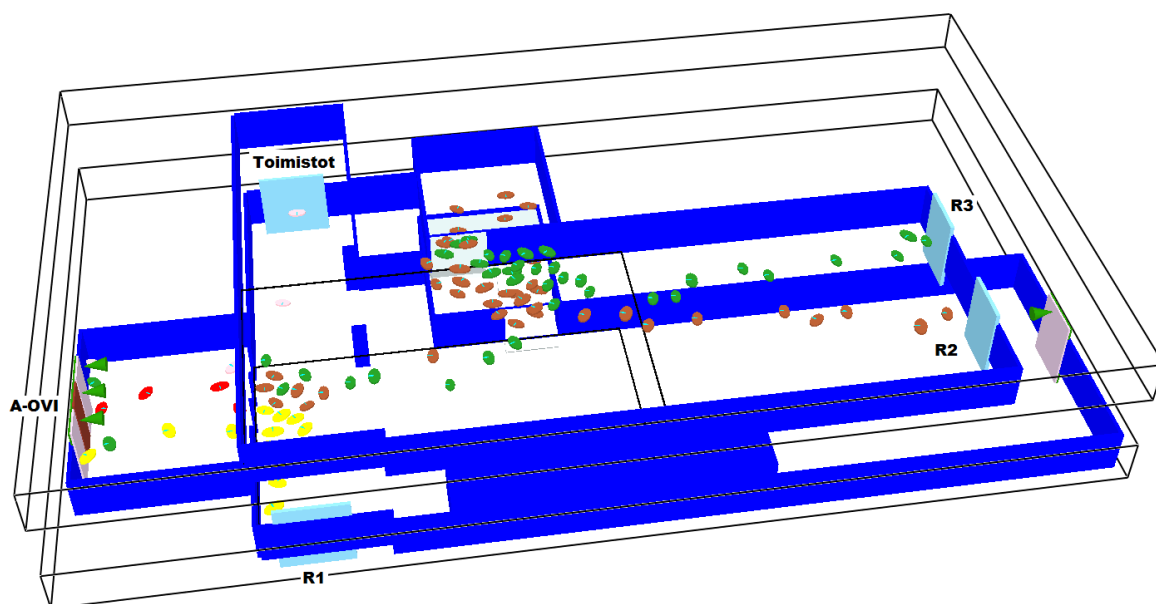
FDS on alun perin kehitetty tulipaloihin liittyvän virtausdynamiikan laskentaan, mutta sen toimintaa on laajennettu Evac lisäosalla kattamaan myös ihmisten käytöstä tulipalotilanteessa. FDS:ssä laskenta tapahtuu laskentahilassa, joka koostuu käyttäjän määrittelemistä kuutioista. Jokaiselle kuutiolle voidaan antaa erilaisia arvoja joko alkuarvoina tai laskemalla. Normaalisti kuutioiden kokoluokka on noin 10 cm. Malli syötetään ohjelmaan tekstitiedostona, jossa käyttäjä kertoo ohjelmalle esimerkiksi missä kuutiossa sijaitsee seinää tai mitä mittauksia hän haluaa ohjelman tulostavan. Koska malli rakentuu kuutioista ja sen rakentaminen tapahtuu tekstikomennoilla, ei malli ole välttämättä kovinkaan yksityiskohtainen, mutta yleensä saavutetaan kuitenkin mielekäs tarkkuus. [11]

Ihmisten poistumisreitit määritellään imemällä kuvitteellinen sitkeä neste pois mallista haluttujen poistumiskohtien kohdalla. Näin saadaan määriteltyä laminaarinen virtauskenttä, joka johtaa kohti ovia. Mallissa poistuvat ihmiset seuraavat tämän virtauskentän vektoreita. Evac:ssa ihmisten ominaisuudet ja käytös noudattelevat todennäköisyysjakaumia, jolloin jokainen Evac ajo eroaa ihmisten käyttäytymisen suhteen toisistaan. Tästä syystä luotettavien tulosten saamiseksi on jokaiselle eri skenaarille suoritettava useampia ajoja. Tässä erikoistyössä jokaisen eri skenaarion poistumisajat perustuvat viiden eri ajon tuloksiin. [11]

5.2.3 Laskentamallin kuvaus

Jotta ihmisten poistumista A-ovista voidaan tutkia eri tilanteissa, on malliin mallinnettu ala-aula sekä siihen yläkerrasta johtavat portaat ja osia 2. Kerroksen aulasta.

- A-ovet ja tuulikaappi
- Ala-aula
- Ylä-aula
- Portaat
- Ihmiset
 - Ylä- ja ala-aula
 - 1. Kerroksen käytävä
 - Luentosalit R1, R2, R3
 - Pelastushenkilökunta (vastavirtaus)



Kuva 45 Laskentamallin kolmiulotteinen esitys, tapaus 3 (Smokeview 5.6). [11]

Kuvassa 45 näkyvässä mallissa on rakennuksen seinät ja erilaiset esteet esitetty sinisellä. Eriväriset ellipsoidit edustavat eri kohteista poistuvia henkilöitä (esim. vihreät poistuvat luentosalista R3).

Portaiden mallintaminen osoittautui haastavaksi kahdesta syystä. Ensiksikin FDS+Evac:ssa portaat voidaan mallintaa ainoastaan suorakaiteen muotoisina, vaikka todellisuudessa kyseessä ovat kierreportaat. Kierreportaissa ihmisten kävelynopeus on tasainen, mutta jokainen henkilö pyrkii käyttämään hieman eri kohtaa portaista, riippuen mieltymyksistään. Siksi portaissa kuljettu matka vaihtelee eri yksilöiden välillä. Tässä mallissa on käytetty kierreportaiden asemesta suoraa portaikkoa yhdellä välitasanteella, jonka pituus vastaa askelmien keskeltä mitattua kierreportaiden pituutta. Mallissa henkilöt kulkevat samaa nopeutta kaikkialla portaikossa. Muutosten vaikutus tuloksiin on arvioitu merkityksettömäksi. [11]

FDS+Evac:iin jokainen erillinen kerros mallinnetaan omana laskentahilanaan, joiden välillä ihmiset siirtyvät ovien kautta. Tästä syystä portaisiin joudutaan mallintamaan virtuaalinen ovi, joka siirtää ihmiset yläkerrasta alakertaan. Ovien toiminta eroaa esimerkiksi aukon toiminnasta siten, että ihmisvirta ovien läpi on vastaavaa aukkoa hitaampaa sekä alttiimpaa tukoksille. Varsinkin ihmismassan kasautuminen aiheuttaa helposti ovien tukkeutumista. Tässä mallissa portaikon ovi on laitettu keskelle välitasannetta, jossa ihmisvirta kulkee suorempaan kuin portaikon alussa tai lopussa. Luonnollinen jononmuodostus portaissa helpottaa oven toimintaa. Lisäksi oven leveys on todellista portaikkoa leveämpi. Näin pullonkaulana toimivat todellista leveyttä vastaavat portaiden ylä- ja alaosan aukot, jolloin ihmisvita portaikossa vastaa hyvin poistumisharjoituksessa havainnoitua todellisuutta. [11]

Yhtenä mielenkiinnonkohteena oli pelastushenkilökunnan vaikutus poistumiseen. Pelastushenkilökunnan oletettu hyökkäysreitti R-taloon heidän saapuessa paikalle on A-oven kautta samalla, kun se on ilmeisin poistumisreitti suurimmalle osalle rakennuksen käyttäjistä. FDS+Evac:illa pystyttiin mallintamaan myös niin sanotun vastavirtauksen vaikutus. Yhdessä simuloinnissa 10 ihmistä tulee malliin A-ovista juuri pahimman ruuhkan aikaan ja yrittävät

poistua ala-aulan takaosaan asetetusta ovesta (punaiset ellipsoidit [kuvassa 39](#)). Olisi ollut mielenkiintoista myös tutkia vastavirtaan liikkuvien vaikutusta portaikossa, mutta portaikon vaatiman oven toteuttaminen kaksisuuntaisena osoittautui liian vaikeaksi. Poistujat alkoivat käyttää ruuhkautuneessa portaikossa palokunnan ovea, joka siirsi heidät takaisin yläkerran laskentahilaan. Ovien yhtäaikaista kaksisuuntaista toimintaa on myös ohjelman kehittäjän mukaan vältettävä. Ongelmaa yritettiin kiertää antamalla palomiehille oma ovi portaikkoon, mutta portaikon ruuhkautuessa ihmiset ja pelastajat alkoivat käyttää toistensa ovia, jätettyä lopulta pyörimään portaiden keskitasanteelle ovista toiseen. [11]

Taulukkoon 9 on listattu tutkitut tapaukset ja niiden eroavaisuudet. Suurimmat erot ovat ihmismäärässä sekä tuulikaappiin johtavien ovien lukumäärässä.

Taulukko 9 FDS+Evac tapaukset ja lyhyt kuvaus [11]

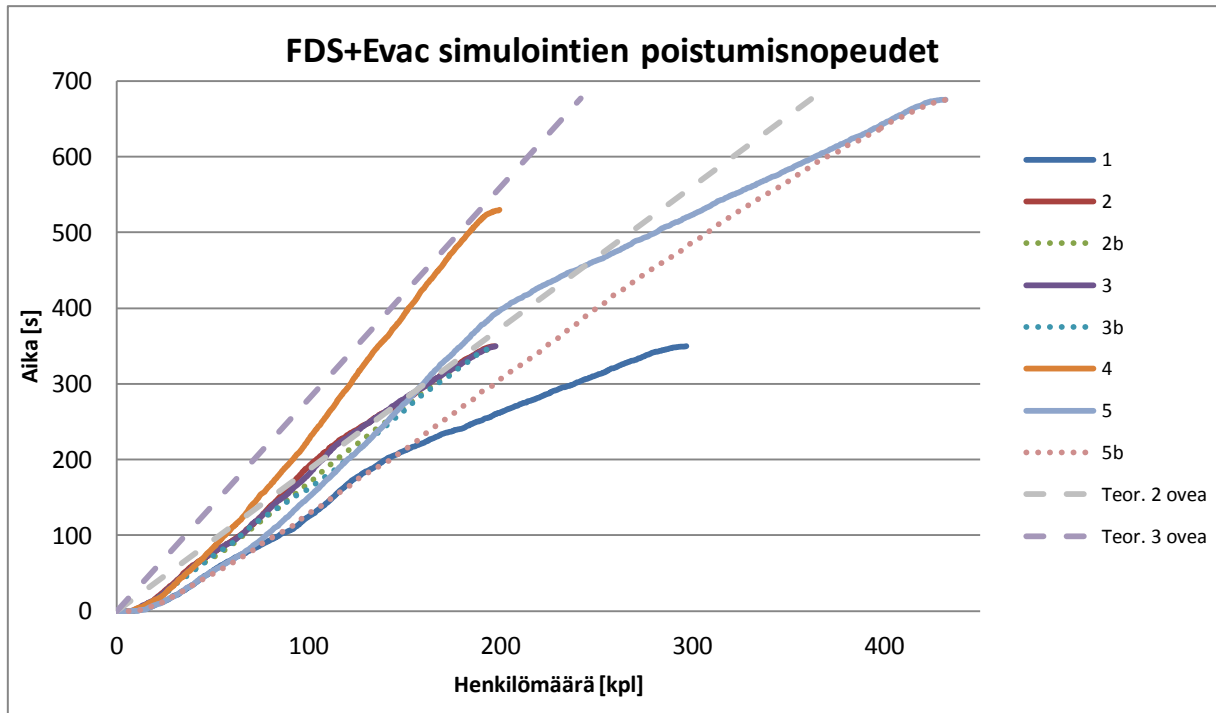
Numero	Kuvaus	Kokonaisihmismäärä
1	Rappusten oven leveys 1,5 m	350
2	Rappusten oven leveys 2,3 m	350
2b	Rappusten oven leveys 2,3 m, mutta yksi ovi suljettuna	350
3	Rappusten oven leveys 2,3 m 10 palomiestä sisälle	350
3b	Tapaus kolme, mutta yksi ovi suljettuna	350
4	Rappusten oven leveys 2,3 m Alakerran ihmismäärää kasvatettu	530
5	Rappusten oven leveys 2,3 m Maksimaallinen ihmismäärä	676
5b	Tapaus viisi, mutta yksi ovi suljettuna	676

5.2.4 Tulokset

Taulukko 10 FDS+Evac simulointien lineaariset likiarvot sekä teoreettiset virtausnopeudet.

Virtausnopeudet (lineaarinen likiarvo) [hlö/s]								Teor. 2 ovea	Teor. 3 ovea
1	2	2b	3	3b	4	5	5b		
1.18	1.78	1.76	1.77	1.78	2.66	1.56	1.56	1.87	2.8

Kuvasta 46 sekä taulukosta 10 nähdään erot poistumisnopeuksissa eri tapauksien välillä. Pienin poistumisnopeus on tapauksessa 1 (1,18 hlö/s), missä rappusiin muodostuu pullonkaula mallinnetulle porrastasanteelle, mikä merkittävästi hidastaa ihmisvirtaa portaissa ja aiheuttaa todellisuudesta poikkeavan tilanteen. Tilanne korjaantui leventämällä porrastasanteen ovikomponenttia. Tämän jälkeen simulointi vastasi luonteeltaan poistumisharjoituksen tilannetta.



Kuva 46 FDS+Evac simulointien tulokset sekä teoreettiset virtausnopeudet [hlö/s]

Simulointi osoittaa selkeästi kierreportaiden rajoittavan vaikutuksen. Pelkästään virtausnopeuksien arvoja katsomalla voidaan sanoa poistumisen pullonkaulan olevan muualla kuin oviaukoissa. Nopeinta poistuminen on tapauksessa 4, missä suurin osa ihmisistä on sijoitettu mallin 1. Kerrokseen, eivätkä siten käytä portaita. Tällöin poistumisen virtausnopeus on 2,66 hlö/s mikä on lähellä A-oven teoreettista maksimia 2,8 hlö/s, kun kaikki kolme oviaukkoa ovat käytössä. Yhden oven sulkeminen ei vaikuta merkittävästi poistumisnopeuteen, kun vertaillaan poistumisnopeuksia niiden tapausten välillä, joiden ajoista on olemassa kahden ja kolmen oven versiot. Kaikissa tapauksissa suurin ruuhka muodostui portaikon yläpäähän. Vasta tapauksessa 5, missä rakennuksessa on kaikkien tilojen maksimikapasiteetti käytössä ja A-oven kapasiteetti ylittyy merkittävästi, syntyy poistumisovelle ruuhkautumista. Tämä on selkeästi nähtävissä kuvan 46 käyrässä 5, missä tapahtuu selkeä virtausnopeuden hidastuminen 400 sekunnin kohdalla, kun ruuhkautuminen alaovella alkaa hidastaa poistumista. Käyrä 5b puolestaan on gradientiltaan tasainen, koska yhden oven puuttuminen aiheuttaa ruuhkautumista ja hidastaa virtausta alaovista heti alusta.

Vastavirtauksen mallintaminen yhden kerroksen tapauksessa onnistui hyvin ja huomattiin, ettei tällä määrällä Palomiehiä ole vaikutusta poistumisaikaan. Vastavirtaus on niin lyhytaikainen tapahtuma, ettei sillä ehdi olla vaikutusta kokonaispoistumisaikaan tai virtausnopeuteen. FDS+Evac malli osoitti vastavirtaustapauksessa laskentamallin toimivan todellisen tilanteen mukaisesti, missä ulos pyrkivät ihmiset antoivat yhden oven sisään tulevien käyttöön. Kun kaikki vastaan tulijat olivat ohittaneet tämän oviaukon, alkoivat poistujat jälleen käyttää sitä ja virtausnopeus palautui ennalleen.

6 Päätelmät ja yhteenveto

Oli henkilökohtaisella tasolla suuri yllätys kuinka paljon parannettavaa yliopiston oikein suunnitelluissa ja rakennetuissa sekä turvallisiksi todetuissa rakennuksissa oikein oli. Pienillä teoilla, joista useimmat eivät tarvitse rahallista satsausta, saadaan rakennusten poistumisturvallisuustasoa nostettua merkittävästi. Joihinkin ongelmakohtiin on pakko puuttua tekniikan avulla, mikä voi olla kallista, mutta suurimmasta osasta selvittää ohjaamalla ihmisten toimintaa. Yksilötason turvallisuuskulttuurin tulee olla kohdallaan. Suojeluorganisaatio huolehtii siitä, että kaikilla rakennuksessa olevilla on oman toimintansa mukainen tieto ja taito. Koulutusten tulee olla säännöllisiä ja tarvittaessa pakollisia. Koulutusmateriaalin laadun ja laajuuden tulee vastata haluttua tietotaso. Jos koulutus järjestetään täydentävänä, voidaan valita mitä aihealuetta kulloinkin painotetaan. Jokaisella koulutuskerralla tulisi järjestää käytännön harjoituksia (ensiapu tai alkusammutus), joilla kasvatetaan osallistujien taitotasoa. Ainoa mihin emme voi vaikuttaa on tahto. Sen täytyy tulla jokaiselta yksilöltä itseltään. Kun jokaiselle on annettu tarvittava tieto ja taito, on jokaisen oma valinta puuttuuko hän huomaamiinsa epäkohtiin vai ei.

Jokainen rakennuksen ympäristön vyöhykkeistä luo omat haasteensa sekä mahdollisuudet parannuksille. Kun riskianalyysi on tehty oikein ja sen paljastamat epäkohdat on korjattu sekä rakennuksen yhteisön asenne on kohdallaan, voidaan ehkäistä palavan osaston syntyminen. Kaikki ennakoiva toiminta toimintaympäristössä vaikuttaa mahdollisen palon ja sitä seuraavan poistumisen riskeihin. Näihin toimiin kuuluvat tiloissa tehtävien työvaiheiden suunnittelu palotilanteen varalta, tilojen siisteydestä ja esteettömyydestä huolehtiminen sekä välitön puuttuminen havaittuihin epäkohtiin. Kohteen lähiympäristöön tulee kiinnittää erityistä huomiota varsinkin talvisaikaan, jotta ovien edustat pysyvät esteettöminä ja kaikki poistumisreitit rakennuksen läheisyydestä kulkukelpoisina. Kulkureittien hiekoituksessa on havaittavissa huomattavia puutteita kautta kampuksen, mikä saattaa poistumistilanteessa johtaa loukkaantumisiin.

Ennalta varautuminen on ja pysyy halvimpana mahdollisena turvallisuutta parantavana keinona, mutta silti sitä ei täysin hyödynnetä. Kummassakin tutkitussa kohteessa oli laadittuna lain vaatimat dokumentit, mutta ne olivat puutteellisia. R-talon tapauksessa pelastussuunnitelma oli jäänyt useiden rakennuksessa ja lainsäädännössä tapahtuneiden muutosten jäljiltä päivittämättä. Uskoisin tämän oleva yleistä kautta yliopiston omistamien ja vuokraamien kiinteistöjen, sillä pelastussuunnitelmaa ei pidetä tärkeänä dokumenttina. A-talo oli juuri otettu käyttöön mittavien remontointien jälkeen, joiden yhteydessä kiinteistölle oli laadittu uusi pelastussuunnitelma. Tämä pelastussuunnitelma oli ilmiselvästi laadittu jonkin vanhan pelastussuunnitelman pohjalta, mikä sinällään ei ole väärin, mutta pelkää osoite- ja henkilötietojen vaihtaminen ei riitä. Kopio-liitä-työ tulisi tarkistaa uudistyötä tarkemmin, sillä siihen jäävät virheelliset tiedot voivat olla vaaraksi. A-talon pelastussuunnitelmassa oli joitakin asiavirheitä sekä kohteen luonteen mukaisia puutteita.

Pelastussuunnitelma on laaja kokonaisuus, joka voi sisältää salassa pidettäviä kohtia (esim. kohteen heikkoudet, murtosuojauksen taso ja vaarallisten aineiden sijoittelu). Tästä syystä jokaiselle kiinteistölle tulisi laatia turvaopas (Liite 1), joka sisältää kaikki keskeisimmät pelastussuunnitelman kohdat. Turvaoppaaseen voidaan lisätä muitakin kiinteistöä ja sen työyhteisöä koskevia tietoja. Rakennuksessa vierailevia varten voidaan laatia vielä erikseen vierailijan turvallisuusohje (Liite 7), mikä sisältää yleisten toimintaohjeiden lisäksi keskeisiä yhteystietoja sekä rakennuksen pohjakuvaan merkityt poistumisreitit ja kokoontumispaikan.

Kun turvaopas jaetaan jokaiselle uudelle työntekijälle perehdytyksen yhteydessä sekä vierailijan turvallisuusohje rakennukseen saavuttaessa, varmistutaan siitä, että jokainen rakennuksessa olija on selvillä yhteisistä pelisäännöistä. Poistumisharjoituksia tulisi järjestää vähintään joka toinen vuosi, mielellään joka vuosi. Näin mahdollistetaan uusien korvaavien aluevalvojien kouluttaminen, uusien mahdollisten ongelmakohtien löytyminen sekä muistutetaan rakennuksessa olevia oikeista toimenpiteistä, kun palohälyttimet laukeavat.

Osana varautumista voidaan käyttää teknisiä apuvälineitä ja poistumisharjoituksia löytämään rakennuksen heikot kohdat. Näin löydetään teoreettiset ääriarvot käytettävissä olevalle (ASET) sekä vaaditulle (RSET) poistumisajalle. Ilman näitä raja-aikoja on poistumisturvallisuuden arviointi ja suunnitelmallinen parantaminen mahdotonta.

Simuloimalla saadut tulokset vastaavat melko tarkasti teoreettisia ratkaisuja. Teoreettiset poistumisnopeudet (ominaisvirtauksella $1,05 \text{ hlö/m}^2\text{s}$ [16]) R-talon A-oven kaltaisessa tapauksessa ovat kahdelle ovelle $1,87 \text{ hlö/s}$ ja kolmelle ovelle $2,8 \text{ hlö/s}$. Simuloimalla saatiin vastaavasti poistumisnopeudet kahdelle ovelle $1,78 \text{ hlö/s}$ ja kolmelle ovelle $1,76 \text{ hlö/s}$ (poistujia 350 hlö). Syynä siihen, että kolmen oven simuloitu poistumisnopeus ei ole edellistä suurempi on kierreportaiden yläpäähän syntyvän pullonkaulan ihmisvirtaa tasoittava vaikutus. Kun simulaatiossa kasvatettiin poistujien määrä lähelle maksimimäärää (530 hlö), joista suurin osa sijoitettiin ala-aulaan, saavutettiin kolmella ovelle maksimi poistumisnopeus $2,66 \text{ hlö/s}$. Todellisuus ei kuitenkaan anna näin suuria poistumisnopeuksia. Poistumisharjoituksessa saatiin keskiarvoiseksi poistumisnopeudeksi vain $1,03 \text{ hlö/s}$. Hetkellinen maksimikin oli vain $2,2 \text{ hlö/s}$. Erot todellisuuden ja simulaation välillä johtuvat siitä, että ohjelma olettaa poistujien pyrkivän määrätietoisesti reippaalla vauhdilla kohti uloskäytävää. Ihminen ei kuitenkaan käyttäydy näin, kun vaaran tunne on heikko. Ihmiset hidastelevat kerätessään tavaroitaan ja muodostaessaan ryhmiä ennen poistumista. Mikään laskentamalli tai ennakoiva harjoitus ei anna tarkkoja arvoja, koska todellisen tilanteen luonteen tarkka arvioiminen on mahdotonta. Laskennat ja harjoitukset antavat kuitenkin mm. vaadittuja poistumisaikoja (RSET), jotka ovat hyväksyttävän tarkkoja poistumisturvallisuuden arvioinnin ja parantamisen pohjaksi.

Rakennusten peruskorjausten ja muutostöiden yhteydessä toteutettu simulointi antaa hyvän kuvan tulevien muutosten vaikutuksesta poistumisturvallisuuteen. Jos ongelmia havaitaan, on niihin vaikuttavien tekijöiden korjaaminen suunnitelmassa mahdollista ennen rakennustöiden aloittamista. Rakennustöiden päätyttyä järjestetään poistumisharjoitus, jolla todennetaan muutosten vaikutukset. Simulointeja voidaan toteuttaa myös osana riskianalyysiiä, jolloin tarkastellaan riskialttiiksi oletettujen tai havaittujen tilojen toimintaa tulipalotilanteessa. R-talon toisen kerroksen kopiohuoneessa tapahtuneen rakennuspalovaaratilanteen jälkeen toteutettiin palosimulointi rakennuspalon vaikutuksista käytettävissä olevaan poistumisaikaan (ASET). Suurimmat käytettävissä olevaan poistumisaikaan vaikuttavat muuttujat olivat palon kehittymisaika (t^2 -aika) sekä arvioitu palotehon tiheys. Rajoittaviksi tekijöiksi puolestaan muodostuivat kuumen kerroksen paksuus ($\leq 1,5 \text{ m}$ lattiasta) sekä savukerroksen optinen tiheys ($\geq 1,0 \text{ dB/m}$, 2 m korkeudella). Vaikka toinen rajoittavista tekijöistä oli optinen tiheys, ei arvioidun palon noen tuotolla (kg/kg polttoainetta) ollut merkitystä tulokseen. Simuloinnit osoittivat, että palon alkamisesta on noin 100 s aikaa poistua palo-osastona toimivasta käytävästä ennen kuin poistuminen on mahdotonta. Tilassa ei ole palovaroitinta, jolloin mahdollinen palo pääsisi kehittymään pitkälle ennen kuin se huomattaisiin vähentäen käytettävissä olevaa poistumisaikaa. Tilannetta pahensi se, että kopiokonehuone sijaitsi kahden palo-osaston risteyksessä siten, että siitä oli erillinen pääsy kumpaankin osastoon.

Yleisenä käytäntönä oli kiilata huoneen ovet auki, jolloin palo-osastojen välinen palo-ovi oli käytännössä hyödytön. Simulointien tulokset johtivat siihen, että kopiokonehuoneiden ovet varustettiin ovipumpuin sulkeutumisen varmistamiseksi sekä ovien tiiveyttä parannettiin. Käytännössä huoneista muodostettiin omat palo-osastonsa.

Ennalta varautumalla ja ympäristö huomioimalla vähennetään tehokkaasti poistumistilanteiden syntyä sekä pidennetään käytettävissä olevaa poistumisaikaa. Jotta turvamarginaali saadaan maksimoitua, on poistumiseen tarvittava aika minimoitava. Tähän voidaan vaikuttaa säännöllisillä poistumisharjoituksilla, jotka luovat rutiinin odottamattomalle tilanteelle tehostaen poistumista. Poistumista voidaan nopeuttaa ja tehostaa myös vaikuttamalla suoraan yksittäisiin poistumisen vaiheisiin.

Esivaiheeseen, eli palon havainnointiin ja hälyttämiseen, voidaan tehokkaasti vaikuttaa vain teknisillä järjestelmillä. Tekniset ratkaisut ovat kalliita, mutta välttämättömiä. Uusien järjestelmien hinnat liikkuvat kymmenissä tuhansissa euroissa ja osaa niistä on vaikea jälkiasentaa. R-talon tapauksessa hälytysjärjestelmän kuuluvuus ongelmaan, joka havaittiin poistumisharjoituksen yhteydessä, puututtiin välittömästi ja tilanne korjattiin Aalto Kiinteistöt Oy:n toimesta. R-talossa tehty olemassa olevan järjestelmän laajennus oli kustannustehokkain menetelmä puuttua ongelmaan, mikä osoittaa että vanhojakin järjestelmiä voidaan tarvittaessa päivittää ja laajentaa. Ilmaisinten määrää laajennus ei kuitenkaan lisää, mikä on selkeä riski, kun viimeaikaisten palovaaratilanteet ovat tapahtuneet tiloissa, joissa ei ole ilmaisimia. R-talon tapauksessa voidaan kuitenkin harkita patteritoimisia ilmaisimia halpana rinnakkaisena järjestelmänä, koska olemassa oleva hälytysjärjestelmä ilmoittamaton. A-talossa hälytysäänien kattavuus oli riittävä, mutta äänen luonne hälytysääniksi sopimaton. Ajoittainen hälytysääni olisi sovelias, jos palohälyttimien välillä kuuluisi toistuva ohjeistus. Tämäkin ongelma voidaan ratkaista, joko ohjelmistopäivityksellä tai palohälyttimien päätelaitteet vaihtamalla. Itse järjestelmää ei kuitenkaan tarvitse korvata tai muuten uudistaa, joten kustannukset pysyvät minimissään.

Hälytyksestä eteenpäin poistumisnopeuteen vaikuttaa vain ihmisten toiminta. Reagointivaiheessa saavutetaan suurimmat säästöt ajan suhteen, kun minimoidaan ihmisten epävarmuus ja tietyt luontaiset toiminnot ennen liikkeellelähtöä. Hälytyksen ja sitä seuraavan ohjeistuksen tulee olla yksiselitteiset ja selkeät, jotta poistujille ei jää epäselväksi poistumistarpeen välittömyys. Tästä syystä pelkät palohälyttimet eivät takaa nopeaa reagointivaihetta, vaan palohälyttimen lisäksi tarvitaan myös selkeä sanallinen viesti. Viesti voidaan välittää ihmisille joko aluevalvojan, kuulutuksen tai ilmoitinjärjestelmään kytketyn automaattiviestin välityksellä. Viestin tulee olla selkeä, toistettava ja se tulee esittää suomen lisäksi vähintään englanniksi, jotta kaikilla kuuliijoilla on mahdollisuus ymmärtää viesti. Viestin ei tarvitse sisältää syytä poistumiselle, mutta sen tulee olla tarpeeksi vaativa ja yksiselitteinen, jotta poistumistarve ei jää epäselväksi.

Reagointivaiheessa tehdään päätös käytettävästä poistumisreitistä. Tätä päätöstä ohjaamaan tarvitaan nykyistä enemmän keinoja varsinkin R-talon kaltaisissa kohteissa, joissa on monia poistumisreittejä, mutta yksi pääasiallinen ovi jota lähes kaikki käyttävät päivittäin. R-talon tapauksessa yhden oven käyttäminen poistumiseen ei normaalitilanteessa aiheuta ongelmia, mitä tukevat niin poistumisharjoitus kuin simuloinnit. Tilanne on kuitenkin toinen, jos rakennus toimii maksimi kapasiteetilla. Jos poistuva massa on lähtenyt liikkeelle reitille A, on sen kääntäminen reitille B usein mahdotonta. Tästä syystä ihmiset pitäisi pystyä ohjaamaan oikeille reiteille heti alusta alkaen. Luentosaleissa voimme ennalta opastaa ihmisiä oikealle

reitille hyödyntämällä videotykkijärjestelmää. Sen sijaan että pyrkisimme rakentamaan järjestelmän joka toimii vasta hälytyksen sattuessa, hyödynnämme olemassa olevaa tekniikkaa. Korvaamme jokaisen salin tietokoneen taustakuvan (mikä tällä hetkellä on usein musta) juuri sen salin poistumisopasteella. Näin jokainen saliin tuleva näkee ensimmäisenä poistumisopasteen ennen luennon alkua. Hälytyksen sattuessa luennoitsija yksinkertaisesti sulkee esityksensä paljastaen poistumisopasteen.

Siirtymävaiheen lyhentäminen on vaikeinta, koska ihmiset kulkevat omalla tilanteen vaarantunteesta riippuvalla nopeudellaan. Keskeisintä tässä vaiheessa onkin saavutetun liikkeen ylläpitäminen aina kokoontumispaikalle asti. Ennakoivilla toimenpiteillä kuten käytävien ja ovenedustojen siisteydellä sekä reagointivaiheen reitinohjauksella minimoidaan uloskäytävien ruuhkautuminen. Harjoitukset paljastivat, että poistuminen pysähtyy helposti toimintaympäristön ja lähiympäristön rajapinnassa. Poistuminen päättyy vasta kokoontumispaikalle, mutta sen sijainti on vain harvoin poistujien tiedossa. Jos kokoontumispaikka ei ole poistumisovelta selkeästi näkyvässä, liike pysähtyy ja ihmiset jäävät ovien edustoille odottamaan lisäohjeita. Ratkaisu tähän on hyvin selkeä. Valtaosassa kohteista on koko rakennuksen kattava hälytysjärjestelmä, jolloin osa suojelualueista voidaan yhdistää ja niiden valvojat lähettää poistumisoville ohjaamaan poistujien virta kohti kokoontumispaikkaa.

Mikään määrä valmistautumista, ylläpitoa ja parannuksia ei riitä, jos kokonaisuudesta ei pidetä huolta omatoimisella valvonnalla. Kaikkeen ei kuitenkaan voida varautua ja onnettomuuksia sattuu, mutta niiden seurauksena tulee aina syntyä muutoksia. Tilanne ei koskaan saa jäädä ennalleen, jos jotain on tapahtunut. Kiinteistöjen kohdalla tulisi ottaa mallia työmaaturvallisuudesta ja erityisesti Työterveyslaitoksen TR-mittarista, jolla toteutetaan rakennustyömaan turvallisuusseurantaa. Porkkana on aina keppeä tehokkaampi keino saada ihmiset osallistumaan. Aloittamalla palkkiojärjestelmä, jossa suojelupäällikölle palautetusta viidestä toimenpiteeseen johtaneesta turvallisuuteen liittyvästä palautteesta, annetaan henkilölle jokin ennalta sovittu palkinto (rahaa, vapaata, tms.).

Pelastuslaitokset tulevat ottamaan käyttöön omissa palotarkastuksissaan auditointimalleja, joiden tulosten pohjalta laaditaan kiinteistöjen palotarkastusten aikataulus. Kiinteistöt voivat käyttää näitä auditointimalleja omatoimisessa valvonnassaan ja näin parantaa omaa luokitustaan. Luokituksen kasvaessa palotarkastusten tarve ja niiden taajuus pienenevät, mikä tarkoittaa selkeää rahallista säästöä kiinteistölle. Lähtötilanteessa ennen poistumisharjoitusta ja sitä seuranneita parannuksia R-talon luokitus Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen käyttämän auditointimallin mukaan oli 2 (keskiarvo 2,21). Harjoituksen jälkeisten korjausten ja tämän diplomityön ohessa tehtyjen parannusten jälkeen R-talo on noussut luokkaan 3 (keskiarvo 3,44). Olemme siis päässeet jo nyt hyvin lähelle tavoiteluokkaa 4, mikä tarkoittaisi palotarkastusten taajuuden siirtymistä 2 vuoden välein järjestetystä joka 4 vuosi järjestettäväksi.

Tämä työ jättää jälkeensä selkeän jatkotutkimustarpeen. Kierreportaat ovat yksi kohde, johon opiskelijavoimin voitaisiin tuottaa tarpeellista tietoa. VTT:n tutkimuksissa on tarkasteltu siirtymisnopeuksia kierreportaissa sekä ihmisten toimintaa niissä, mutta tämä ei riitä simulointeja ajatellen. Tarvitaan tutkimussarja, jossa kierreportaita tarkastellaan parametrisesti askelmien (syvyys, korkeus, leveys) ja kierevyyden suhteen. Kun tiedetään miten kukin parametri vaikuttaa virtausnopeuteen portaissa, voidaan ryhtyä suunnittelemaan ja ohjelmoimaan FDS-ohjelmaan sopivaa komponenttia kierreportaille. Toinen kokonaisuus,

joka vaatii jatkotutkimusta, on pelastuslaitosten ajamat auditointimallit. Nämä niin itse ohjauksen kuin palotarkastuksenkin apuvälineiksi luodut tarkastusmallit ovat vielä hyvin yleisellä tasolla. Sellaisinaan niitä ei vielä voida käyttää tehokkaasti kaikkien kohteiden kuten esimerkiksi oppilaitosten, sairaaloiden, teollisuusrakennusten tai liikekiinteistöjen tarkastamiseen. Tällaisten kohteiden erityispiirteet tulee eritellä ja laatia niiden pohjalta tarkastusmallien opasliitteitä.

Tämän työn tulokset osoittavat, että vaikka yliopiston rakennukset on suunniteltu, toteutettu ja tarkastuksin todettu turvallisiksi on niissä silti paljon parantamisen varaa. Pienillä toimenpiteillä saadaan parannettua kiinteistöjen turvallisuutta kaikille niiden käyttäjille ja näin luotua entistä viihtyisämpi työympäristö. Oikeilla toimenpiteillä voidaan jopa saada rahallista hyötyä, joka voi laajassa kiinteistökannassa kasvaa merkittäväksi säästöksi omistavalle taholle.

Lähteet

- [1] Candy, M.Y., Chow, W.K. 2006. A Brief review on the time line concept in evacuation. International Journal on Architectural Science, Volume 7, Number 1. 13 s. http://www.bse.polyu.edu.hk/researchCentre/Fire_Engineering/summary_of_output/journal/IJAS/V7/p1-13.pdf
- [2] Drysdale, D. 2011. An Introduction to Fire Dynamics, Third edition. ISBN: 9780470319031.
- [3] Hietaniemi, J. 2007. Palon voimakkuuden kuvaaminen toiminnallisessa paloteknisessä suunnittelussa. Versio 1. VTT JH Working Papers 1. Espoo: VTT.
- [4] Hietaniemi, J. & Mikkola, E. 2010. Design Fires for Fire Safety Engineering. VTT Working Papers 139. Espoo: VTT. 101 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2010/W139.pdf>.
- [5] Hostikka, S., Paloposki, T., Rinne, T., Saarinen, J.-M., Korhonen, T. & Heliövaara, S. 2007. Evacuation experiments in offices and public buildings. VTT Working Papers 85. Espoo: VTT. 52 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2007/W85.pdf>.
- [6] Häkkinen, Sami. 2011. Paloturvallisuuskatsaus 2011 – aiheutuneet vahingot. Paloturvallisuusseurannan kehittäminen. Helsinki: Suomen Palopäällystöliitto. 32 s. + liitt. 4 s. http://www.pelastuslaitokset.fi/filewrap.php?c=&f=Paloturvallisuuskatsaus_2011_aiheutuneet_vahingot.pdf.
- [7] Häkkinen, Sami. 2012. Paloturvallisuusseurannan kehittäminen. Riskienhallintaluento 7.5.2012. Luentomateriaali. Helsinki: Suomen Palopäällystöliitto. 50 s. http://www.pelastuslaitokset.fi/filewrap.php?c=&f=Hakkinen_Riskienhallintaluento_07052012.pdf.
- [8] Koivisto, A., Saine-Kottonen, A., Saari, E., Pylkkänen, T., Eklund, K., Jalava, Y., Teleranta, K., Pälviä, T., Salomäki, L., Mattila, A. 2013. Turvallisuuskultuuria kehittävä valvonta II – Loppuraportti –. Valmistumisversio. Helsinki: Helsingin kaupungin pelastuslaitos. 232 s. + liitt. 14 s.
- [9] Korhonen, T. 2012. Rak-43.3250 Tulipalon simulointi: luentomateriaali. Espoo: VTT / Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu.
- [10] Kujala, I. 2010. Palokuntasopimukset Suomessa – Sopimusten selvittämishankkeen loppuraportti. Suomen Sopimuspälokuntien Liiton julkaisuja B:1/2010. 150 s. + liitt. 14 s. http://www.sspl.fi/files/391-Palok_sop-Suomessa-loppurap.pdf
- [11] Lehtimäki, M. 2013. R-talon aulojen toiminnan simulointi hätäpoistumistilanteessa (FDS+EVAC ohjelmalla). Rak-43.3155 Rakennetekniikan erikois- ja projektityö. Espoo: Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu. 9 s. + liitt. 13 s.
- [12] McGrattan, K., McDermott, R., Hostikka, T. & Floyd, J. 2010. Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide. NIST Special Publication 1019-5. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. 222 s.

- [13] Purser, D.A., Bensilum, M. 2001. Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations. *Safety Science*, Volume 38, Issue 2, s. 157 – 182.
- [14] Rinne, T., Hykkyrä, H., Tillander, K., Jäntti, J., Väisänen, T., Yli-Pirilä, P., Nuutinen, I. & Ruuskanen, J. 2008. Jätekeskusten paloturvallisuus. Riskit ympäristölle palotilanteessa. VTT Tiedotteita 2457. Espoo: VTT. 125 s. + liitt. 39 s.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2457.pdf>.
- [15] Rinne, T., Kling, T., Grönberg, P. & Korhonen, T. 2012. Mitoittavat tilanteet tulipalon aikaisessa poistumisessa, kokeellinen tutkimus. VTT Technology 70. Espoo: VTT. 134 s. + liitt. 22 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T70.pdf>.
- [16] Rinne, T., Tillander, K. & Grönberg, P. 2010. Data collection and analysis of evacuation situations. VTT Tiedotteita 2562. Espoo: VTT. 46 s. + liitt. 92 s.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2562.pdf>.
- [17] Robbins, A.P., Wade, C.A. 2008. Soot Yield Values for Modelling Purposes – Residential Occupancies. Study Report No. 185. New Zealand: Branz. 51 s. + liitt. 96 s. ISSN: 1178-4938.
http://www.branz.co.nz/cms_show_download.php?id=6502dc9e0bcd36a863218fc6039fef7e1a2b13f8.
- [18] Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 2003. Paloturvallisuussuunnittelu, Oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu ja ratkaisuesimerkit RIL 221-2003. Helsinki: RIL. ISBN 951-758-433-4
- [19] Tillander, K., Oksanen, T., Kokki, E. 2009. Paloriskin arvioinnin tilastopohjaiset tiedot. VTT Tiedotteita 2479. Espoo: VTT. 106 s. + liitt. 5 s.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2479.pdf>
- [20] Vainio, T., Ruuska, R. 2012. Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje. Sisäasiainministeriön julkaisu SM016:00/2010. 16s. + liitt.8 s.
<http://www.intermin.fi/julkaisu/212012?docID=33309>

Turvaopas



Tämä opas on tarkoitettu jaettavaksi jokaiselle työntekijälle luettavaksi ja säilytettäväksi. Se sisältää kiinteistömme keskeisimmät turvallisuuteen liittyvät toimintamallit sekä yhteystiedot. Näitä toimintamalleja noudattamalla luomme itsellemme turvallisen työympäristön.

Marko Hämäläinen

**Rakennus- ja
ympäristötekniikan laitos**

**Rakentajanaukio 4,
Otaniemi**

4.10.2014

Yhteystietoja

Virastomestari	Jari Savukoski	
Virastomestari	Jonne Korkeila	
24 h päivystys	ISS Kiinteistöpalvelut	
Suojelupäällikkö	Hannu Hirsi	
Aallon turvapäällikkö	Lasse Wallius	
IT-asiantuntija	Jari Hänninen	

Virka-ajat		
Luentokautena (1.9. – 31.5.)	ma – to	7.45 – 20.00
	pe	7.45 – 18.00
Kesäaikaan	ma - pe	8.00 – 16.00

Virastomestarit tavoittaa numeroistaan virka-aikana. Muina aikoina kiinteistöä koskevissa kiireellisissä asioissa ottakaa yhteyttä kiinteistöpalveluiden päivystykseen.

Tulityölupa-asioista R-talossa vastaa suojelupäällikkö Hannu Hirsi.

Sähköpostiosoitteet ovat Aalto-yliopistossa muotoa etunimi.sukunimi@aalto.fi

Työsuojelu

Työsuojelun tärkeät tiedot, linkit ja yhteystiedot on kerätty Aalto Inside palveluun <https://inside.aalto.fi/pages/viewpage.action?pageId=983272>. Sivuilta löytyvät tiedot niin työergonomiasta, sisäilmastosta, voimassa olevista sopimuksista kuin työsuojelu toimikunnasta. Tiedoston käyttäminen vaatii sisään kirjautumisen.

Työsuojeluvaltuutettu	Ilpo Korhonen	
I Varahenkilö	Pertti Kiiski	
II Varahenkilö	Matti Ristimäki	

AaltoAPUA

Aalto-yliopisto on avannut henkilökunnalle sisäisen palvelunumeron käytettäväksi kaikissa avuntarvintilanteissa. Numero on **050 46 46 462** (tai ulkomailta soittaessa **+358 50 46 46 462**).

Puhelinpalvelu toimii 24/7 ympäri vuoden. Palvelu toimii sekä suomeksi että englanniksi. Palveluun voi soittaa kaikkialta Suomesta ja ulkomailta. Palvelupuhelimen kautta avunpyyntö välitetään oikealle taholle: yliopiston asianomaiselle palveluyksikölle, kiinteistön huoltoyhtiölle, vartijoille jne.



Yhteyttä palvelunumeroon voi ottaa mm seuraavissa tilanteissa:

- lukitus ei toimi (jäänyt ulos/sisälle)
- vesivahingot
- sähköviat/- katkot
- henkilökuntaan (tai opiskelijaan) kohdistunut uhka- tai väkivaltatilanne
- tapaturma tai sairaus ulkomailla
- muu vaikea ongelmatilanne Suomessa tai ulkomailla
- varastettu/kadonnut
 - kannettava tietokone/kännykkä/ lompakko
 - kulkukortti/lakuavain/mekaaninen avain (työ/koti)
 - passi
 - väärin käsiin joutunut salasana
- tai mikä tahansa muu avuntarvintatilanne.

Soittaessasi palveluun

- kerro nimesi
- kerro, mistä soitat
- kerro yksikkösi tai esimiehesi nimi
- kuvaa selvästi, miksi soitat
- älä katkaise yhteyttä ennen kuin saat siihen luvan

AaltoAPUA ei ole käytettävissä vapaa-ajan matkoilla, joten huolehdi vapaa-ajan matkavakuutuksista.

HUOM! Palvelu ei korvaa yleistä hätänumeroa 112! Akuutissa tilanteessa (tulipalo, sairauskohtaus jne.) nopein tapa saada apua on edelleen soittaa suoraan yleiseen hätänumeroon.



Hätäilmoitus 112

Hätäpuhelu yleiseurooppalaiseen hätänumeroon **112** on maksuton, eikä suuntanumeroa tarvita. Jos olet epävarma tilanteen vakavuudesta tai siitä onko kyseessä hätätilanne vai ei, on aina parempi soittaa hätänumeroon **112**, kuin olla soittamatta. Avuntarve on helpompaa arvioida yhdessä ammattitaitoisen hätäkeskuspäivystäjän kanssa.

Kun soitat,

- [1] **Kerro, mitä on tapahtunut**
 - onnettomuus, sairaskohtaus, ryöstö, pahoinpitely, ...
- [2] **Tapahtumapaikka**
 - Rakentajanaukio 4, Otaniemi
- [3] **Onko ihmisiä vaarassa?**
- [4] **Vastaa selkeästi sinulle esitettyihin kysymyksiin**
- [5] **Noudata hätäkeskuksen sinulle antamia ohjeita**
- [6] **Katkaise puhelu vasta, kun siihen on annettu lupa**
- [7] **Muista opastaa auttajat paikalle.**

Toimintaohjeet

Tähän kappaleeseen on kerätty R-talon henkilöstölle laaditut toimintaohjeet yleisimpien vaara- ja onnettomuustilanteiden varalle. Ohjeet ovat yleisohjeita ja niitä sovelletaan tilanteen mukaan.

Tulipalo

- [1] **Pelasta**
 - loukkaantuneet ja välittömästi vaarassa olevat
- [2] **Sammuta**
 - Yritä sammuttaa palo ensisammutusvälineellä
 - Jos palo ei sammu yrityksistä huolimatta, rajoita se sulkemalla muihin tiloihin johtavat ovet ja ikkunat
- [3] **Ilmoita**
 - Soita palosta hätäkeskukseen, **112**
 - Suorita kiinteistön hälytys
- [4] **Opasta**
 - Järjestä pelastuslaitoksen yksiköille opastus

Muista! Pelastautumiseen on aikaa vain pari minuuttia



Tulipalovaara

R-talossa on vain paikallisesti hälyttävä paloilmaisinjärjestelmä, joka ei tee automaattista ilmoitusta pelastuslaitokselle. Jos toiminnastasi (koe, ruoanlaitto jne.) aiheutuu savua, joka laukaisee järjestelmän, mutta josta ei aiheudu laajempaa tulipaloa tai vaaraa toimi seuraavasti:

- [1] **Keskeytä savuava toiminta**
 - sammuta laite/laitteet
 - tukahduta savuava kohde
- [2] **Varmistu siitä, että sinun toimintasi laukaisi hälytyksen**
 - savun havainneen ilmaisimen/sen hälyttimen yhteyteen syttyy palamaan/vilkkumaan punainen valo
 - ⇒ Jos hälytyksen syy on muualla tai et ole asiasta varma tee hälytys numeroon **112**
- [3] **Ilmaisinjärjestelmän nollaamiseksi ilmoita:**
 - Virka-aikana virastomestareille
 - Virka-ajan ulkopuolella kiinteistöhuollon 24H päivystykseen

Sairaus- ja tapaturmatilanne

- Tee nopea tilannearvio:
 - Mitä on tapahtunut
 - Onko potilas hereillä
 - Hengittääkö, lyökö sydän
- Käynnistä potilaan ensiapu
- Pienet vammat voi hoitaa itse paikan päällä:
 - käytä ensiapukaapin välineistöä ja tarvikkeita
 - pyydä apua ensiaputaitoisilta
- Ohjaa potilas lääkäriin, jos hän on:
 - saanut sähköiskun
 - menettänyt edes hetkellisesti tajuntansa
 - saanut haavan joka tarvitsee ompeleita
- Suuremmissa vammoissa tai vakavissa sairaustapauksissa tee hätäilmoitus **112**
- Opettele henkeä pelastavat ensiaputoimet:

[1] **Saatko henkilön hereille?**

- Herättele häntä puhuttelemalla ja kevyesti ravistelemalla.

⇒ **Henkilö ei herää.**

[2] **Soita hätänumeroon 112**

- Voit myös huutaa apua ja pyytää paikalla olevia tekemään hätäilmoituksen numeroon 112. Hätäkeskuksen antamia ohjeita tulee noudattaa.



⇒ **Käännä tämän jälkeen autettava selälleen, ja selvitä hengittääkö hän normaalisti?**

[3] Avaa hengitystie

- Ojenna autettavan pää leuan kärjestä nostamalla ja toisella kädellä otsasta painamalla.
- Katso, kuuntele ja tunnustele hengitystä. Liikkuuko rintakehä? Kuuluuko hengityksen ääni? Tuntuuko ilman virtaus poskellasi?
- Arvioi onko hengitys normaalia, epänormaalia vai puuttuuko hengitys. Mikäli epäröit, toimi kuin hengitys ei olisi normaalia.

⇒ **Hengitys ei ole normaalia tai se puuttuu.**

[4] Aloita paineluelvytys

- Aseta kämmenesi tyviosa keskelle autettavan rintalastaa ja toinen kätesi rintalastalla olevan käden päälle. Sormet ovat limittäin.
- Paina suorin käsivarsin kohtisuoraan alaspäin 30 kertaa siten, että rintalasta painuu 5 – 6 cm. Anna rintakehän palautua paineluiden välissä.
- Keskimääräinen painelutiheys on 100 kertaa minuutissa, eikä ylitä 120 kertaa minuutissa. Laske painelut ääneen

[5] Puhalla 2 kertaa

- Avaa hengitystie. Aseta suusi tiiviisti autettavan suun päälle ja sulje sormillasi hänen sieraimensa.
- Puhalla rauhallisesti ilmaa autettavan keuhkoihin. Puhalluksen aikana katso, että autettavan rintakehä nousee (liikkuu).
- Toista puhallus. Kahden puhalluksen kesto on 5 sekuntia.

[6] Jatka elvytystä tauotta rytmillä 30:2,

- kunnes autettava herää: liikkuu, avaa silmänsä ja hengittää normaalisti,
- ammattihenkilöt antavat luvan lopettaa,
- voimasi loppuvat.

Painelu-puhalluselvytys (PPE) on elottoman aikuisen ensiapu!



Uhkaavan henkilön kohtaaminen

- Jätä uhkaavalle henkilölle omaa tilaa ja säilytä hänen reviirinsä.
- Puhu selkeästi, lyhyesti ja myönteisesti.
- Pidä kädet näkyvillä. Pysy rauhallisena. Vältä tuijottamista.
- Selvitä henkilön pituus vertaamalla ovenkarmiin tai muuhun kiinteään rakenteeseen. Paina mieleesi silmien ja hiusten väri.
- Älä vähättele uhkaajaa tai tilannetta. Ole mieluummin joustava kuin jyrkkä.
- Älä käännä selkääsi. Vältä äkkinäisiä liikkeitä.
- Älä oikaise huumaantuneen tai muuten sekavan henkilön harhoja.
- Voita aikaa niin, että muita ehtii tulla paikalle.
- Pyri ilmoittamaan / hälyttämään siten, että uhkaaja ei huomaa tai mahdollisimman pien uhkaajan poistuttua.
- Täytä liitteenä oleva tuntomerkkikaavake poliisia varten.

Väkivallan uhka, ampuma-ase

- **Jos olet vaarassa joutua uhatuksi:**
 - Varoita muita
 - Pakene tai suojaudu heti!
- **Jos joudut suoraan uhatuksi:**
 - Pysy rauhallisena
 - Rauhoita uhkaajaa
 - Puhu selkeästi, lyhyesti ja myönteisesti
 - Älä vähättele uhkaajaa tai tilannetta
 - Älä käännä selkääsi
 - Noudata uhkaajan käskyjä
 - Pakene tai suojaudu heti kun voit!
 - Jos pääset pakenemaan, varoita muita vaarasta!

Pakeneminen on aina ensisijainen vaihtoehto, mutta hätävarjelemiseen voit käyttää sammutinta, urheiluvälinettä tai muuta sopivaa astalaa.

- **Vaarasta varoittaminen:**
 - Saatuasi tiedon vaarasta, kerro asiasta muillekin!
 - Ohjeista pakeneminen oikeaan suuntaan!
- **Vältä vaara-alueita poistuessasi rakennuksesta:**
 - Pitkät avoimet käytävät
 - Avoimet aulatilat
 - Avoimet piha-alueet
- **Jos välitön ja turvallinen poistuminen on mahdotonta:**
 - Suojaudu sisälle
 - Suojapaikka on lukittava tila, jonne voidaan poistua uhkan vaikutusalueelta ja joka antaa suojaa uhkan vaikutuksilta



~ Vankkaseinäinen huone/Toimisto/Väestönsuoja/Varasto tms.

- Lukitse tilan ovi
 - *Opettele ja harjoittele oven takalukitseminen etukäteen*
- Aloita välittömät suojautumistoimet
 - *Käske kaikki tilassa matalaksi seinän suojaan, ovelta katsoen katvealueelle*
 - *Jos mahdollista, kootkaa kalusteita nopeasti oven eteen suojaksi*
 - *Jos tilan seinät ovat ohuet tai kalusteita ei saada ovelle suojaksi, on ihmisten syytä suojata käsin pään- ja kaulanseudut*
- Vain yksi puhelin saa olla käytössä
 - *Käske muita sulkemaan puhelimensa*
 - *Käske kaikkien olla hiljaa*
 - *Soita **112** ja ilmoita tapahtuneesta*
 - *Ole valmis vastaamaan puhelimeesi ja saamaan viranomaisilta lisäohjeita*

Suojautumista jatketaan, kunnes vaara on ohi tai viranomaiset toisin kehottavat!

Pommiuhkaus

Jos vastaat pommiuhkaussittoon:

- Yritä saada soittaja toistamaan uhkaus ikään kuin et olisi käsittänyt puhetta
- Kiinnitä muiden huomio saamaasi hälyttävään puheluun
- Kerro, että syyttömät voivat loukkaantua, jos räjähdys tapahtuu
- Pyri selvittämään, kuinka rikos tapahtuu, millainen räjähdysaine, millaisia vahinkoja, teon motiivit, onko uhkaus otettava vakavasti, kysy
 - Milloin pommi räjähtää?
 - Miltä se näyttää?
 - Millainen pommi se on?
 - Missä se on?
 - Mikä aiheuttaa sen räjähtämisen?
 - Asensiko soittaja itse pommin?
 - Miksi, milloin?
 - Mikä on nimenne ja osoitteenne?
- Paina mieleesi:
 - äänen tyyli ja murre
 - taustääänet
 - uhkaajan kielenkäyttö
- Ole rauhallinen ja ystävällinen
- Yritä jatkaa keskustelua soittajan kanssa
- Jätä linja auki soittajan jäljittämiseksi
- Täytä pommiuhkauslomake (liitteenä)



Hälytä:

- Ilmoita heti turvallisuusvastuuhenkilöille
 - R-talon suojelupäällikkö Hannu Hirsi ([REDACTED])
 - Aalto-yliopiston turvallisuuspäällikkö Lasse Wallius ([REDACTED])
- Jos et heti tavoita heitä, soita hätäkeskukseen **112** ja kerro:
 - Kohde ja osoite
 - R-talo, Rakentajanaukio 4, Otaniemi
 - Uhkaajalta saamasi tiedot pommista
 - Nimesi ja puhelinnumero, johon pommiuhkaus on soitettu
 - Älä sulje puhelinta ilman lupaa
 - Noudata ohjeita

Älä koske outoihin esineisiin. Jätä tiedottaminen poliisin ja laitoksen johdon tehtäväksi.

Varkaus- tai ryöstötapauksessa

- **Ennaltaehkäisevät toimet:**
 - Varkautta ja ryöstöä edeltää usein tiedustelu
 - Tarkkaile oudosti käyttäytyviä asiattomia henkilöitä
 - seuraa heidän toimiaan
 - paina tuntomerkit mieleesi
 - ilmoita havainnoistasi
 - Älä luota haalareiden yrityslogoihin
 - Pidä arvokkaat laitteet ja rahat poissa näkyviltä ja mahdollisuuksien mukaan lukitussa kaapissa.
- **Jos ryöstö tai varkaus tapahtuu:**
 - pysy rauhallisena, älä vastusta ryöstäjää
 - Hidasta toimintaa niin, että muutkin ehtivät tarkkailla ryöstäjän toimintaa
 - Älä ärsytä ryöstäjää, älä leiki sankaria
 - Voit vaarantaa itsesi ja muiden turvallisuuden
 - Uhattuna älä hälytä
- **Tuntomerkit:**
 - Paina tuntomerkit mieleesi
 - Paina mieleen ryöstäjän ääni ja erikoistuntomerkit
 - Ryöstäjän poistuessa tarkkaile pakenemista
 - Kiinnitä huomiota pakotapaan ja mahdollisiin apureihin
- **Hälyttäminen:**
 - Hälytä vasta, kun se voi tapahtua vaaratta
 - Hälytä puhelimella turvallisuusvastuuhenkilöt ja poliisi (112). Ilmoita:
 - Paikka (Rakentajanaukio 4, Otaniemi)
 - Aseellinen / aseeton ryöstö
 - Tekijöiden määrä
 - Tuntomerkit / erikoistuntomerkit
 - Pakotapa, suunta, autonväri, -merkki ja rekisterinumero
 - Älä sulje puhelinta ilman lupaa



○ **Jälkitoimet:**

- Lukitse ovet
- Huolehdi mahdollisista loukkaantuneista
- Varmista mahdolliset todistajat
- Suojaa jäljet ja esineet
- Täytä tuntomerkkilomake (liitteenä) itsenäisesti ja anna sellainen myös todistajille

Sähkökatko

Sähkökatko ei normaaliolosuhteissa kestä Otaniemessä puolta tuntia kauempaa. tyypillinen sähkökatko on vain minuuttien luokkaa, koska virtaa pystytään syöttämään kiertoteitse vikakohdan ohi.

Tilanne aiheuttaa suurimmat vahingot tietojärjestelmille, joissa ei ollut tallennettu auki olleissa tiedostoissa olevia tietoja. Ilmastointi pysähtyy, valaistus muuttuu turvallisuusvalaistukseksi, erilaiset säätölaitteet lakkaavat toimimasta, kulunvalvonnan piirissä olevat sähkölukittavat ovet aukeavat vain yleisavaimella ja pitkäaikaiskokeet laboratoriossa katkeavat.

Valaistusongelmat tulevat esille korostetusti tiloissa joissa ei ole ikkunoita. Pienemmissä laboratoriotiloissa ovat ainoastaan poistumisvalot. Jos sähkökatko kestää kauan, koko toiminta on keskeytettävä. Vaikka kulunvalvonnan sähkölukot eivät toimi sähkökatkon aikana, voi rakennuksesta silti poistua ilman avainta.

R-talossa on yleensä varajärjestelmä ainoastaan merkkivaloille, jotka jäävät palamaan vaikka sähköt katkeaisivat. Käytävillä ja joissain hallitiloissa syttyvät automaattiset turvavalaisimet. ATK-järjestelmiä ei ole yleensä varmennettu sähkökatkon varalle kuin joissain poikkeustapauksissa.

○ **Varmista sähkökatkon varalle:**

- Valmistele varavalaistus
- Varmista tietojärjestelmät
- Suunnittele ja ajoita toiminta siten, että haitta ja vahingot ovat mahdollisimman pienet.

○ **Jos sähköt katkeavat:**

- Pysy rauhallisena, varavalaistus jää palamaan
- Älä raavi tulitikkuja (palovaara)
- Sytytä taskulamppu, jonka paikka tulee olla tiedossasi
- Älä soita turhia puheluita, sillä linjat saattavat ylikuormittua
- Jos jäät hissiin, paina hississä olevaa hälytysnappia ja odota rauhallisena, hissien huoltohenkilökunta tulee melko nopeasti ja auttaa pois hissistä
- Kytke virta pois sellaisista laitteista, jotka saattavat vahingoittua virran kytkeytyessä niihin uudelleen
- Jos toimintaa ei voida jatkaa, laitoksen johto antaa tarvittavat lisäohjeet.



Kaasuvaara

Vaarallisilla aineilla tarkoitetaan kemikaaleja, jotka ovat joko terveydelle tai ympäristölle vaarallisia sekä palavia nesteitä ja räjähdysvaarallisia aineita. Aineiden olomuoto voi olla kiinteä, nestemäinen tai kaasu. Onnettomuustilanteessa vaaralliset aineet voivat syttyä, räjähtää ja kehittää myrkyllisiä kaasuja, jotka ovat yleensä ilmaa raskaampia. Korjaustöiden yhteydessä voidaan käyttää kaasuja, jotka ovat räjähdysvaarallisia tai edistävät voimakkaasti palamista, jos niitä pääsee ilmatilaan. Tulipaloissa saattaa myös syntyä vaarallisia kaasuja, jotka ovat yleensä väriltään kellertäviä.

Pelastusviranomaiset antavat suojautumisohjeita radiossa ja televisiossa sekä paikallisesti kaiuttimilla. Yleinen vaaramerkki voi tarkoittaa myös kaasuvaaraa.

Toiminta sisäisessä kaasuvaarassa:

- **Jos sisätiloissa on esim. neste- tai asetyleenikaasun hajua:**
 - Varo liekkiä tai kipinää, mikä voi sytyttää kaasun räjähdysmäisesti
 - Poistu tiloista heti ja káske toistenkin poistua välittömästi
 - Tee hätäilmoitus numeroon **112**
 - Ohjaa pelastusviranomaiset kohteeseen
 - Pelastusviranomainen mittaa kaasupitoisuuden ja tuulettaa tilat
 - Happikaasu on myös vaarallinen, sillä se edistää voimakkaasti palamista

Toiminta kaasuvaaran uhatessa ulkopuolelta:

- **Jos olet sisällä:**
 - Pysy sisällä ja kutsu ulkona olevat sisälle
 - Älä mene kellariin tai väestönsuojaan. Pyri ylempiin kerroksiin.
 - Sulje ikkunat, ovet ja ilmastointi
 - Avaa radio tai televisio ja kuuntele ohjeita
 - Suositellaan RDS-radiota
 - Älä käytä puhelinta, jotta et tukkisi linjoja
 - Soita yleiseen hätänumeroon **112** vain, jos tarvitset välitöntä apua
 - Jos sisällä tuntuu kaasun hajua, kostuta kangas ja hengitä sen lävitse, jolloin kangas suodattaa ilmaa. Älä käytä sähkö- tai muita laitteita, jotka voivat sytyttää kaasun
 - Älä lähde omatoimisesti ulos, voit joutua matkalla vaaraan
 - Jos alue joudutaan tyhjentämään, antavat viranomaiset siitä ohjeet radiossa ja televisiossa tai kuulutusautoilla.
- **Jos olet ulkona:**
 - Mene heti sisälle ja neuvo muitakin tekemään niin
 - Toimi kuten edellä on neuvottu
- **Jos joudut ulkona yllättäen kaasupilveen:**
 - Älä juokse, hengitä nenän kautta ja suojaa hengitysilma esim. nenäliinalla
 - Pyri pääsemään sisälle nopeasti



- Jos et heti pääse sisälle, pyri sivutuuleen, jonka suunnan voit todeta monella tavalla
- Älä mene alaviin maastonkohtiin, vaan pyri korkeammalle paikalle
- Jos olet autossa sulje ilmanvaihto ja pyri pois kaasupilvestä ensin sivutuuleen ja sitten vastatuuleen. Kuuntele autoradiota

Myrkkytietokeskus: puh. (09) 471 977 (suora) tai (09) 4711 (vaihde)

Säteilyvaara

Radioaktiivinen laskeuma voi syntyä vakavasta ydinvoimalaitosonnettomuudesta, ydinaseonnettomuudesta tai ydinräjähdyksestä. Säteilyturvakeskus valvoo jatkuvasti radioaktiivista säteilyä.

Otaniemen kampusalueella R-talon naapurina on TF-talossa reaktorirakennus. Reaktorirakennuksen valmiussuunnitelmien mukaan onnettomuustilanteessa ei ole tarpeen ryhtyä erityisiin toimenpiteisiin Otaniemen alueella eikä naapurirakennuksissa. Pahimmassakaan onnettomuustilanteessa radioaktiivisen laskeuman todennäköinen määrä ei edellytä naapurirakennusten evakuoitua.

Radioaktiivisen laskeuman vaikutus toimintaan:

Laskeuma saastuttaa kaikki paikat, jotka normaalisti joutuvat vesisateelle ja pölylle alttiiksi. Lisäksi on vaarana, että säteilevä pöly pääsee ilmastoinnin kautta sisätiloihin.

Voimakkaan laskeumavaiheen ajaksi joudutaan työskentely keskeyttämään. Tällöin on suojattava mm. ilmastoinnin sisäänotto.

On varauduttava seuraaviin toimenpiteisiin:

- Mitattava saatua säteilyannosta, koska henkilön saaman säteilyannoksen ylittäessä turvaraja joudutaan hänet vaihtamaan
- Varattava suojavaatetus ihon suojaamiseksi ja pesun helpottamiseksi
- Varattava suojanaamari hengityksen suojaamiseksi
- Varattava ilmastoinnin suodattimia.

Henkilöstön suojele:

Mikäli laskeumaa edeltää riittävä varoitus aika on etukäteen selvitettävä:

- Jatketaanko toimintaa vai keskeytetäänkö työt
- Ketkä jäävät tarvittaessa jatkamaan työskentelyä ja pitämään huolta toiminnan jatkuvuudesta
- Ketkä siirtyvät koteihinsa ja suojautuvat siellä

Tilojen saaminen säteilysuojelukuntoon:



Tilat pyritään saamaan mahdollisimman tiiviiksi. Materiaalina käytetään esim. teippiä. Koneellinen ilmanvaihto pysäytetään ja iv-laitteet peitetään ulkopuolelta jos mahdollista.

Koneet, laitteet ja tarvikkeet peitetään, jolloin estetään pölyn pääsy laitteiden pinnoille ja puhdistustarve vähenee. Sisätilojen, koneiden, laitteiden yms. puhdistamisohje laaditaan ennakolta.

Radioaktiivisen säteilylaskeuman uhatessa pelastusviranomainen antaa säteilyvaroituksen. Säteilyvaroitusta tarkoittaa, että radioaktiivinen laskeuma edellyttää sisälle suojautumista.

Tieto varoituksesta saadaan:

- Kunnan antamana yleisenä vaaramerkkinä
- Kunnan johtokeskuksesta puhelinilmoituksena
- Yleisradion välittämänä kaikkiin radio- ja televisiolähetysiin
- Pelastusviranomainen antaa ohjeet joditablettien nauttimisesta

Varoituksen perusteella:

- Työskentely keskeytetään tehtyjen suunnitelmien mukaisesti
- Säteilysuojat viimeistellään
- Johto hankkii tiedot miten pitkäaikaiseksi suojautuminen muodostuu ja antaa toimintaohjeet sen mukaan

Toiminta säteilyhälytyksen tullessa:

Pelastusviranomainen antaa säteilyhälytyksen voimakkaan radioaktiivisen säteilylaskeuman uhatessa aluetta. Tällöin kaikki suojautuvat sisälle tai virallisiin väestönsuojiiin. Parhaan suojan antavat väestönsuojien ohella tilat kellarissa tai rakennuksen keskiosissa.

Säteilyhälytyksen aikana otetaan toiminnassa huomioon seuraavat näkökohdat:

- Vaikeimman säteilyvaaran aikana (noin kahden vuorokauden ajan) oleskellaan parhaimmin suojaa antavissa tiloissa
- Väestönsuojien ilmanottolaitteita käytetään vasta suojan hiilidioksidipitoisuuden siihen pakottaessa
- Säteilysuojien ulkopuolisia tiloja ryhdytään käyttämään yleensä vasta viranomaisten luvalla
- Laitoksen johto tekee päätöksen töiden aloittamisesta pelastusviranomaisen antamien säteilytietojen perusteella
- Kaikissa vaiheissa **mitataan** ja **kirjataan** henkilöstön saama säteilyannos. Kokonaisannos ei saisi nousta ainakaan yli 100 mSv. Päätöksen säteilyrajoista tekee yleensä pelastusviranomainen.



Toiminta säteilyhälytyksen purkamisen jälkeen:

Laskeuman alaiseksi joutuneella alueella pelastusviranomainen ilmoittaa milloin säteilyhälytys puretaan. Kiinteistöissä toimitaan yleensä viranomaisten antamien ohjeiden mukaisesti.

Toiminnassa noudatetaan seuraavia näkökohtia:

- Tilojen, koneiden, raaka-aineiden, tarvikkeiden ja vastaavien saastuneisuus mitataan ja ne puhdistetaan
- Tiloihin mennään puhdistuspaikalla tehdyn tarkastuksen kautta
- Annosmittaus suoritetaan tiloittain ja jokaisen saamat annokset kirjataan
- Suojelupäällikkö antaa henkilöstölle tilanneselostuksen ja toimintaohjeet

ULKOISEN SÄTEILYN ANNOSNOPEUS	SUOJAUTUMINEN
0,01 – 0,6 $\mu\text{Sv/h}$	Ei tarvita
0,7 – 50 $\mu\text{Sv/h}$	Normaali ulkona liikkuminen ei aiheuta suojavaatetuksen tai hengityssuojaimien käyttöä. Tilanteesta riippuen saatetaan kuitenkin pölyävää ulkotyötä tekeville suositella hengityssuojaimen käyttöä
0,06 – 2,0 mSv/h (60 – 2000 $\mu\text{Sv/h}$)	Turhaa ulkona oloa vältettävä erityisesti silloin, kun laskeumapölyä on ilmassa. Ulkona oltaessa suositellaan hengityssuojaimen käyttöä. Sisälle mentäessä on ulkovaatteet puhdistettava ja jätettävä sisätilojen ulkopuolelle. On myös peseydyttävä huolellisesti. Viranomaiset antavat tarkemmat ohjeet.
2,0 – 1000 mSv/h	Ulkona liikuttaessa on käytettävä hengityssuojainta sekä suojavaatetusta: tiivis suoja- tai sadepuku, kumisaappaat ja käsineet. Puvun hihan- ja lahkeensuut on tiivistettävä teipillä. Myös säteilyannosmittari on suojattava ulkona läpinäkyvällä muovipussilla laskeumapölyltä. Suojavaatetus on puhdistettava ennen sisälle menoa. Perusteellinen peseytyminen on välttämätöntä. Erityisesti on huolehdittava siitä, että elintarvikkeet ja vesi on suojattu pölyltä tiiviisiin astioihin tai muovipusseihin. Viranomaisten antamia ulkonaliikkumiskieltoja on noudatettava ehdottomasti.



Poistuminen

Poistumisen ensisijainen tarkoitus on evakuoida ihmiset turvaan sisäisen vaaratekijän tieltä. Samalla annetaan pelastusviranomaisille mahdollisuus keskittää kaikki toimet vaaratekijän (esim. tulipalo, kaasuvuoto) poistamiseksi. Poistumisen tulee tapahtua ripeästi, mutta hallitusti, jotta evakuoinnin aikana ei tapahdu loukkaantumisia.

Jokaisella rakennuksessa olevalla tulisi aina olla tiedossa kaksi toisistaan riippumatonta poistumisreittiä. Käytä aina ensisijaisesti lyhintä mahdollista poistumisreittiä poistuessasi rakennuksesta hätätilanteessa. Hissien käyttäminen evakuointitilanteessa on ehdottomasti kiellettyä. Aluevalvojat järjestävät liikuntarajoitteisille avun poistumiseen portaissa.

Poistuminen rakennuksesta käynnistyy joko aluevalvojien käskystä tai hälytyskellojen soidessa. Poistumistilanteessa ylin käskentävalta siirtyy laitoksen normaalijohdolta suojeleorganisaatiolle. Ole siis tarvittaessa valmis noudattamaan aluevalvojan sinulle antamia ohjeita ja käskyjä. Rakennuksen poistumiskaaviot ovat tämän oppaan liitteinä.

Toiminta poistumistilanteessa:

- [1]** Tallenna auki olevat tiedostot ja sulje tietokone
- [2]** Ota mukaasi vain käsillä oleva omaisuutesi (lompakko, puhelin, jne.)
 - Älä lähde keräilemään tavaroitasi toisista tiloista tai naulakosta
- [3]** Viimeinen huoneesta lähtevä sammuttaa valot ja lukitsee oven
- [4]** Poistu rakennuksesta välittömästi lähintä poistumisreittiä käyttäen
 - Älä jää odottamaan ystäviäsi tai kollegoja
 - Älä vaeltele käytävillä
- [5]** Ulos päästyäsi siirry suoraan kokoontumispaikalle
 - Ensisijaisena kokoontumispaikkana toimii päärakennuksen Arkkitehtilaitoksen edessä oleva nurmikenttä
 - Huonolla säällä sisäkokoontumispaikka on päärakennuksen Arkkitehtilaitoksen aulatilat
 - Poikkeustilanteissa aluevalvojat osoittavat toissijaisen kokoontumispaikan evakuointikäskyn yhteydessä
- [6]** Odota kokoontumispaikalla lisätietoja ja lupaa siirtyä takaisin kiinteistöön
 - Älä katoa paikalta ennen kuin siihen annetaan lupa





1 Ensijainen kokoontumispaikka

Joissain tapauksissa poistuminen rakennuksesta on mahdotonta, jolloin edessä on suojautuminen sisälle. Tällainen tilanne voi tulla vastaan, jos huoneesi käytävä on jo täynnä savua. Älä koskaan lähde yrittämään poistumista savun lävitse. Savu tappaa!

Toiminta sisälle suojauduttaessa:

- [1] Sulje ovi ja jos mahdollista niin tiivistä se märällä kankaalla/paperilla
- [2] Siirry huoneen ulkoseinustalle ja avaa ikkuna
- [3] Kun pelastuslaitos saapuu paikalle, yritä kiinnittää heidän huomionsa sinuun
 - Odota rauhallisesti, että auttajat saavuttavat sinut



Tietoturva

Tietoaaineisto voidaan jakaa kolmeen luokkaan,

- [1] Paperi
- [2] Nauhat (LTO, DLT yms.), optiset mediat (CD/DVD/BlueRay) ja USB-tikut
- [3] Levyt (Kovalevyt, SSD-levyt).

Kaikille luokille on omat hävitysmenetelmänsä. Aalto-yliopistolla on sopimukset yritysten kanssa, jotka tekevät hävittämisen. Itse tietoaaineistoa ei tarvitse hävittää, vaikka joissain tapauksissa niin voi tehdä.

Osa tiedoista sisältyy asiakirjoihin. Asiakirjaluontoisilla tiedoilla on olemassa tiedon arvoon perustuva säilytysaika. Pieni osa tuosta tiedosta on määrätty pysyvästi säilytettäväksi, huomattavasti suurempi osa hävitetään käyttötarpeen päätyttyä. Asiakirjoihin sisältyvän tiedon säilytysaika kuvataan Aalto-yliopiston tiedonohjaussuunnitelmassa (TOS: <https://inside.aalto.fi/display/arkistojakirjaa+mopalvelut/Tiedonohjaussuunnitelma+%28TOS%29>), muun tiedon kuten julkaisujen, mainosten ja vastaavien säilytys määräytyy kulloisenkin tarpeen mukaan.

Vastuu tarkasteltavan tietoaaineiston käsittelystä ja myös hävittämisestä on sillä henkilöllä, jonka hallussa aineisto on. Jo aktiiviaikana tieto on suojattava mm. tuhoutumiselta ja asiattomalta käytöltä tarkoituksenmukaisilla menettelyillä. Työhuoneisiin ja vastaaviin kertynyt hävitettävä materiaali on myös turvattava vastaavasti. Kaikki hävitykseen menossa olevat tallenteet säilytetään ja kuljetetaan turvallisesti. Vastuu hävittämisestä siirtyy Tilapalveluille, kun aineisto on toimitettu asianmukaiseen keräyspaikkaan.

Lupa hävittää / Velvollisuus hävittää

Aalto-yliopiston henkilökuntaan kuuluva voi joutua tilanteeseen, jossa on mietittävä, onko olemassa lupa tai velvollisuus hävittää jokin tietojoukko. Näin käy esimerkiksi työhuoneen siivouksen tai yksikön muuton yhteydessä, oman työaseman vaihtuessa tai rikkoutuessa tai muussa vastaavassa tilanteessa.

Lupa ja velvoite hävittämiseen tulevat ensisijaisesti tiedon ohjaussuunnitelmasta. Materiaaleja, jotka ovat luonteeltaan muita kuin asiakirjoja, kuten esitteet, julkaisut, lehdet ja vastaavat saa hävittää ilman erityistä lupaa. Samoin ilman erityistä lupaa voi hävittää asiakirjojen kopioita, joiden alkuperäisten säilytysvastuu on jollakin toisella yksiköllä tai henkilöllä.

Velvollisuus hävittää on aina silloin, kun

- käsillä on hävitettävää tietoa sisältäviä tietovälineitä, esimerkiksi poistettavia kovalevyjä, muistitikkuja, CD-levyjä ja vastaavia.
 - Mikäli hävitettävällä tietovälineellä on vielä toistaiseksi säilytettävää asiakirjallista tietoa, hävittäjällä on vastuu siirtää tieto edelleen muulle tietovälineelle.
- Tiedon säilytysaika on päättynyt



Jos hävityslupa on epäselvä, tulee ottaa yhteyttä arkistopalveluihin sähköpostitse (arkisto@aalto.fi).

Hävittäminen

Alempana kuvataan yleiset menettelytavat. Projektit, joissa esimerkiksi tilaajan vaatimuksista seuraa erityisiä menettelytapoja, noudatetaan sopimuksissa sovittuja menettelyjä.

Paperi

Hävitettävä paperiaineisto jakaantuu toimistopaperiin ja turvahävitettävään paperiin. Toimistopaperin, joka ei sisällä mitään arkaluontoista tai muutoin salassa pidettävää tietoa, voi laittaa normaaliin paperinkierrätykseen. Käytännössä kaikki asiakirjallinen aineisto, jonka hävittämisestä et ole varma, kannattaa laittaa turvahävitettävän paperin keräysastiaan.

Tietosuojapaperia varten löytyy R-talosta yksi lukittu keräysastia kolmannen kerroksen tasanteelta Dekaanin toimiston ulkopuolelta luentosalia R6 vastapäätä. Turvahävitettävää paperia voi myös tuhota ensimmäisen kerroksen kopiohuoneen (R130a) silppurilla. Jos turvahävitettävää paperia on paljon, kuten muuttojen tai projektien päättymisen yhteydessä, tilataan virastomestareilta erillinen tietosuojapaperin lukittu keräysastia tai ne toimitetaan keskitettyyn keräyspisteeseen.

Tietokoneet

Useiden työasemien uusimistiheys on alle 5 vuotta. Tästä seuraa, että suuri määrä työasemia poistetaan käytöstä vuosittain. Palvelinkoneiden ja niiden muistivälineiden vaihtuvuus on vähäisempi, mutta menettely samankaltainen.

Mikäli tietokone tai sen muistiväline tulee johonkin uuteen käyttöön, on työaseman tai palvelimen kovalevy(t) tyhjennettävä ja riittävän tehokkaasti päällekirjoitettava. Pelkkä tiedostojen poisto ohjelmiston komentojen (poista, tuhoa, delete yms.) avulla ei riitä. Tyhjennys ja päällekirjoituspalvelu tilataan joko IT-asiantuntija Jari Hänniseltä tai Aalto IT:n asiakaspalvelusta (<https://inside.aalto.fi/display/ITPK/IT-palvelut>). Vastaavasti voidaan tyhjentää muistitikkuja, siirtokovalevyjä ja vastaavia.

Romuksi poistettavat tietokoneet, irralliset muistivälineet, muistitikut, optiset mediat jne. toimitetaan ensisijaisesti laitoksen IT-asiantuntijan tai Aalto IT:n kautta keskitetysti tuhottavaksi. Lisäohjeita saa IT Service Deskistä, yhteystiedot Insidessä (<https://inside.aalto.fi/display/ITPK/IT-palvelut>).

Yhteyshenkilöt Otaniemessä:

- Turvahävitettävät paperiaineistot, muistivälineet, esityskalvot yms.
 - Pasi Lehto, puh. [REDACTED]
- Turvahävitettävän ATK-romun keräyskontti (keskusyksiköt kovalevyineen)
 - Tony Wallius, puh. [REDACTED]



Tiedon turvallinen säilytys

Luottamuksellinen asiakirjamuotoinen materiaali, jonka säilytysaika ei ole vielä ummessa, tulee pitää turvattuna, kun sitä ei aktiivisesti käytetä. Jos itsellä tai yksiköllä ei ole tarvittavaa lukittavaa kaappia tai kassakaappia, voidaan turvautua IT:n turvasäilytys palveluun. Tarkemmat kyselyt: Timo.Larmela@aalto.fi.

Aalto-yliopiston yksiköt voivat jättää erilaisilla medioilla (USB-tikku, CD/DVD/BlueRay, kovalevy sekä LTO tai muu nauha) olevia tietoaineistoja säilytettäväksi. Säilytyksestä tehdään kolmen vuoden määräaikainen säilytys sopimus, joka pitää uusia, jos säilytystä on jatkettava. Tietoväline säilytetään palo- ja murtoturvallisessa tilassa eikä tilaan ole pääsyä muilla kuin IT:n tietoturvaryhmän nimeämällä henkilöllä. Aalto-yliopiston IT luovuttaa tietoaineiston vain yhteyshenkilöille tai heidän valtuuttamalle henkilölle. IT ei välitä tätä tietoa sähköisesti edes pyydettyäessä. Säilytysajan loppuessa tietoaineiston sisältävä media hävitetään mekaanisesti.

Tietovuodon ehkäisytapoja

Luottamuksellisen ja salaisen tiedon tietovuodon ehkäisy:

- Postitus aina henkilön nimellä
- Ei keskustella työasioista julkisella paikalla tai liikennevälineissä
- Ei keskustella puhelimesta
- Telefaxina lähetettäessä varmistetaan vastaanotto
- Varmistetaan, ettei papereita jää kopiokoneeseen
- Tietoaineisto säilytetään lukitussa kaapissa tai kassakaapissa
- Kuljetettaessa asiakirjoja, niistä pidetään erityistä huolta
- Aineisto tuhoetaan lopuksi huolellisesti

ATK-tietovuodon ehkäisy:

- Vaihda salasana vähintään kerran kuukaudessa
- Lukitse käyttöjärjestelmä ohjelmallisesti, kun poistut työpisteeltä
- Jos laitat salasanan paperille, säilytä sitä lukitussa kaapissa
- Älä anna toisen nähdä tietoja ruudulta
- Säilytä varmuuskopiot ja tallennusvälineet lukitussa, paloturvallisessa kaapissa
- Tuhoa vioittuneet tietolevyt perusteellisesti
- Älä pidä suojaamattomalla kiintolevyllä salaisia tai luottamuksellisia tietoja
- Kannettavista tietokoneista ja tietolevyistä pidettävä erityistä huolta
- Sähköpostissa ei lähetetä salaisia tietoja



Liite 1: TUNTOMERKKILOMAKE

Paina tuntomerkit mieleesi

☐ Mies ☐ Nainen **Vartalo:** ☐ hoikka ☐ normaali ☐ tanakka ☐ lihava

Ikä _____ Pituus _____

Kasvot _____

Silmät _____

Hampaat _____

Korvat _____

Puhe _____

Kädet _____

Tatuointi _____

Arvet _____

Koru, kello _____

Hattu _____

Hiukset _____

Parta _____

Paita, solmio _____

Takki /pusero _____

Kantamus _____

Housut _____

Jalkineet _____

Ase _____

Muuta _____

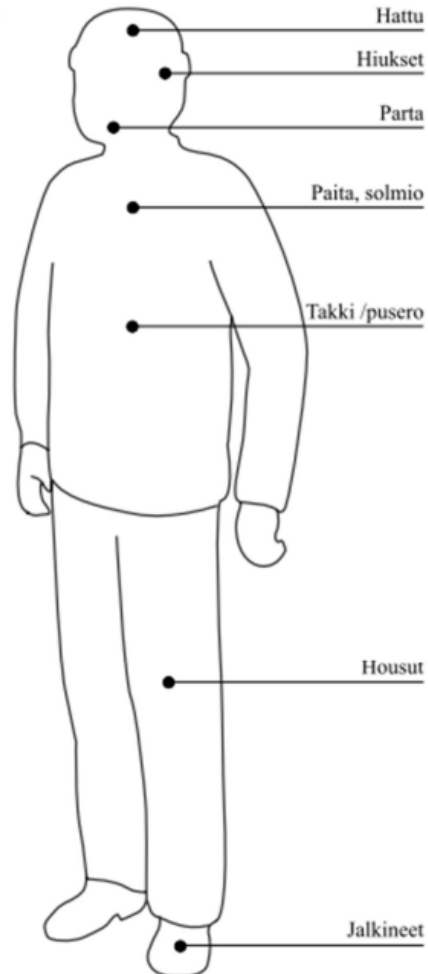
Liikkuminen

Suunta _____

☐ jalkaisin ☐ pyörällä ☐ autolla ☐ muu _____

Ajoneuvon rekisterinumero _____

Merkki, väri _____



Rikoksen tapahduttua tai epäilyttävissä tapauksissa ota yhteys poliisiin. **Poliisin hätänumero 112**

Liite 2: Muistilista puhelimesta tehtyä pommiuhkausta varten

- OLE RAUHALLINEN JA OLE YSTÄVÄLLINEN.
- ÄLÄ KESKEYTÄ HENKILÖÄ JOKA SOITTAA, KOETA YLLÄPITÄÄ PUHELUA.
- TARKISTA NÄKYKKÖ PUHELIMESI NÄYTÖSSÄ SOITTAJAN NUMERO.

Alleviivaa seuraavasta listasta oikeat sanat.

Pommiuhkauksen tekijän henkilöllisyys:

Mies	Nainen	Poika	Tyttö
------	--------	-------	-------

Uhkaajan ääni:

Korkea	Matala	Sopertava	Selkeä	Heikko
--------	--------	-----------	--------	--------

Puhetapa:

Nopea	Hidas	Huolellinen	Selvä	Vääristynyt
-------	-------	-------------	-------	-------------

Kiroileva	Änkyttävä	Sopottava	Humalassa	Muu, mikä?
-----------	-----------	-----------	-----------	------------

Murre:

Paikallinen	Ulkomaalainen	Muu, mikä?
-------------	---------------	------------

Asenne:

Rauhallinen	Kiihtynyt	Hermostunut	Muu, mikä?
-------------	-----------	-------------	------------

Taustääänet:

Koneita	Katuliikenne	Musiikki	Ihmisiä	Kirjoituskoneita
Muu, mikä?				

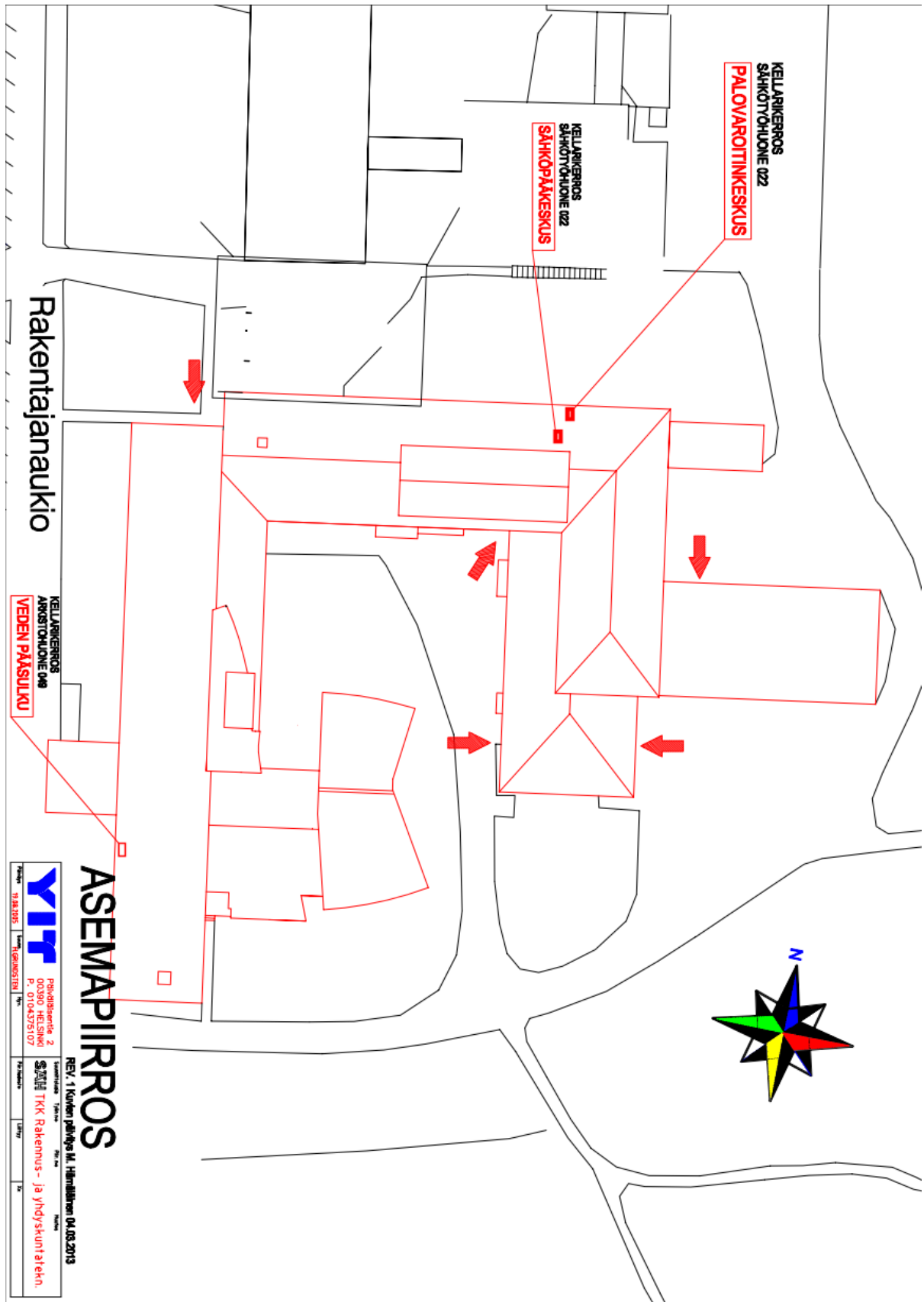
Uhkauksen sisältö, tietoja pommista, räjähdysaika, sijoitus ja laatu:

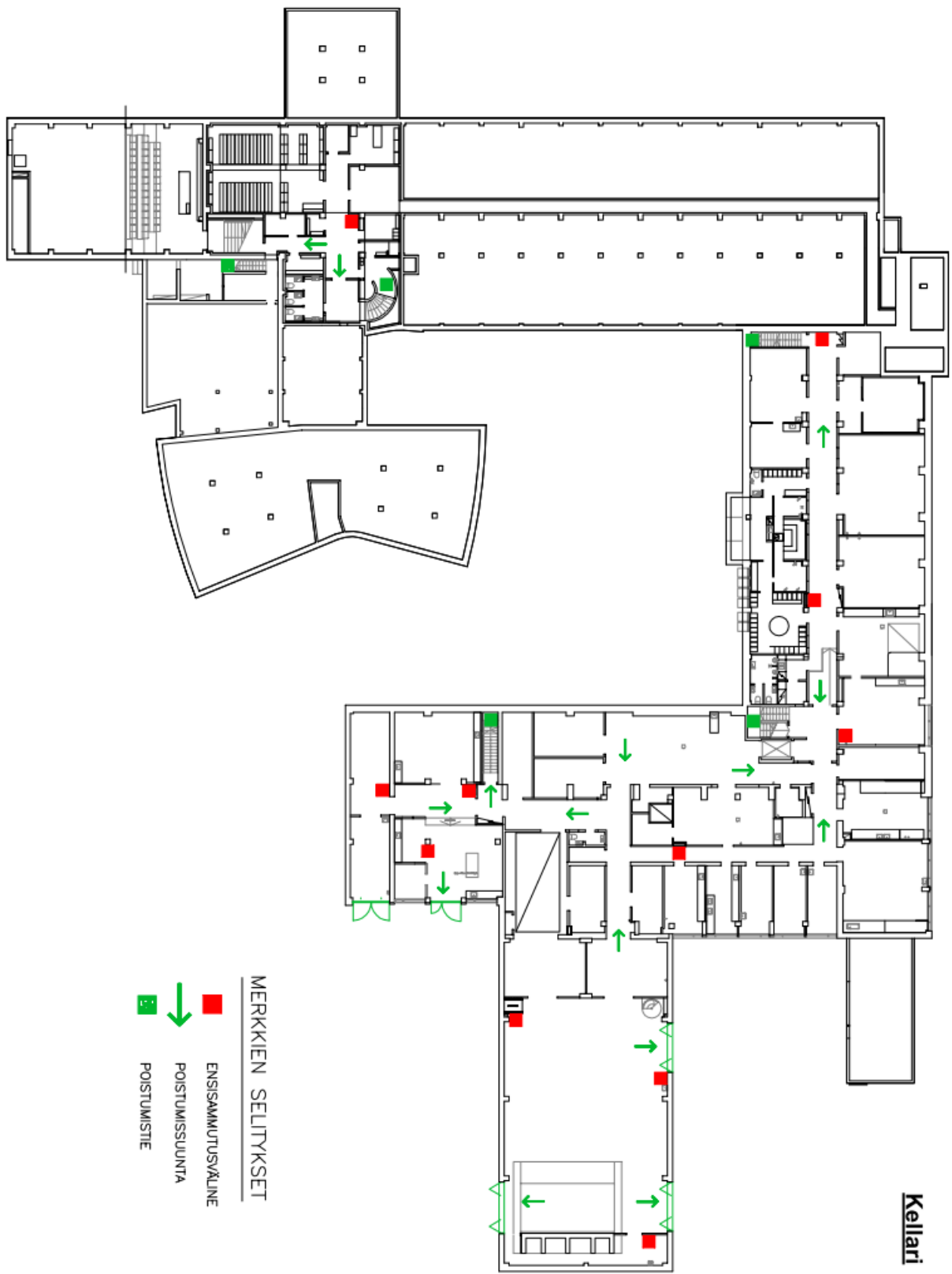
--

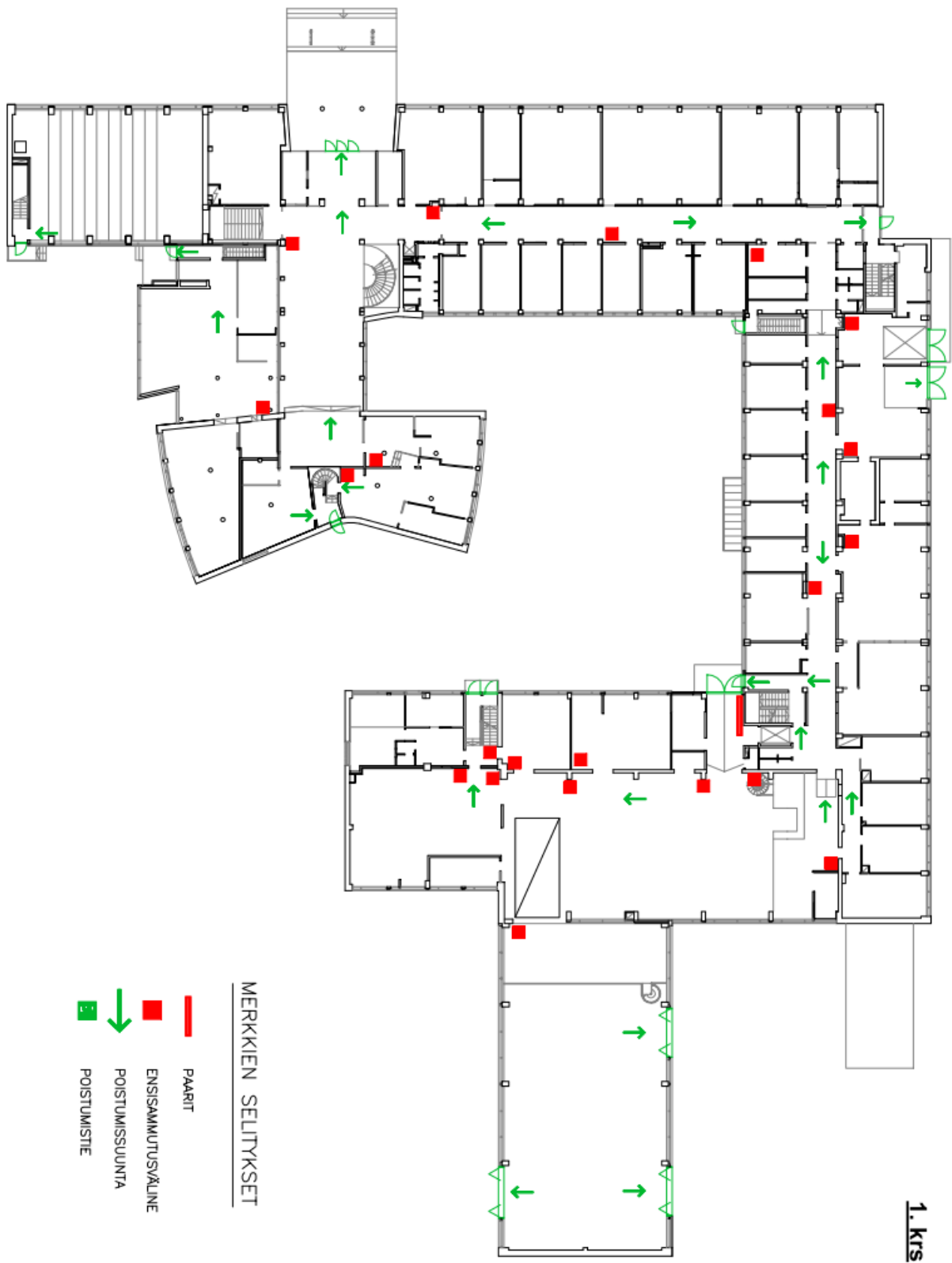
Soittoaika ja paikka, kuka olette, puhelinnumero:

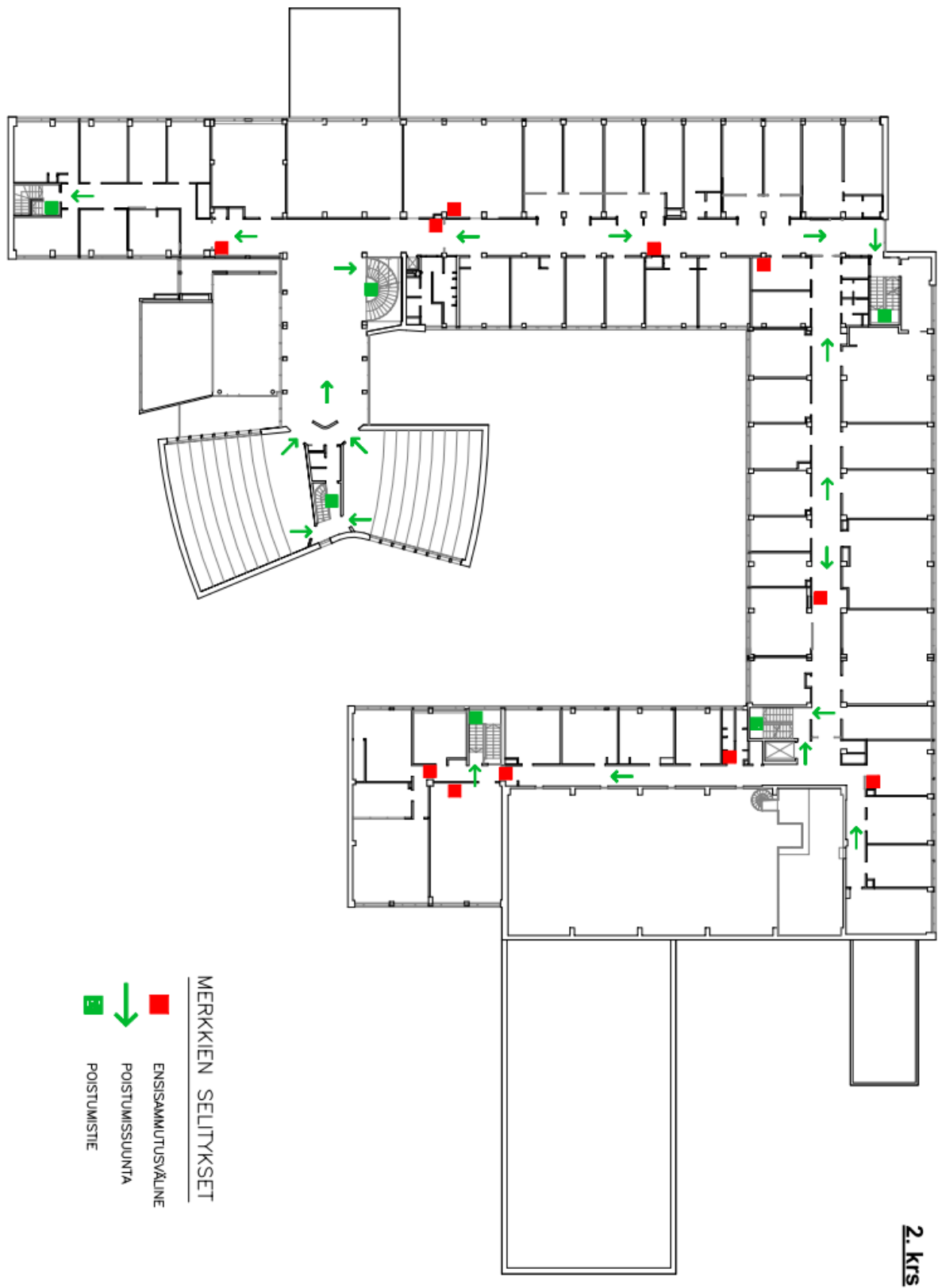
--

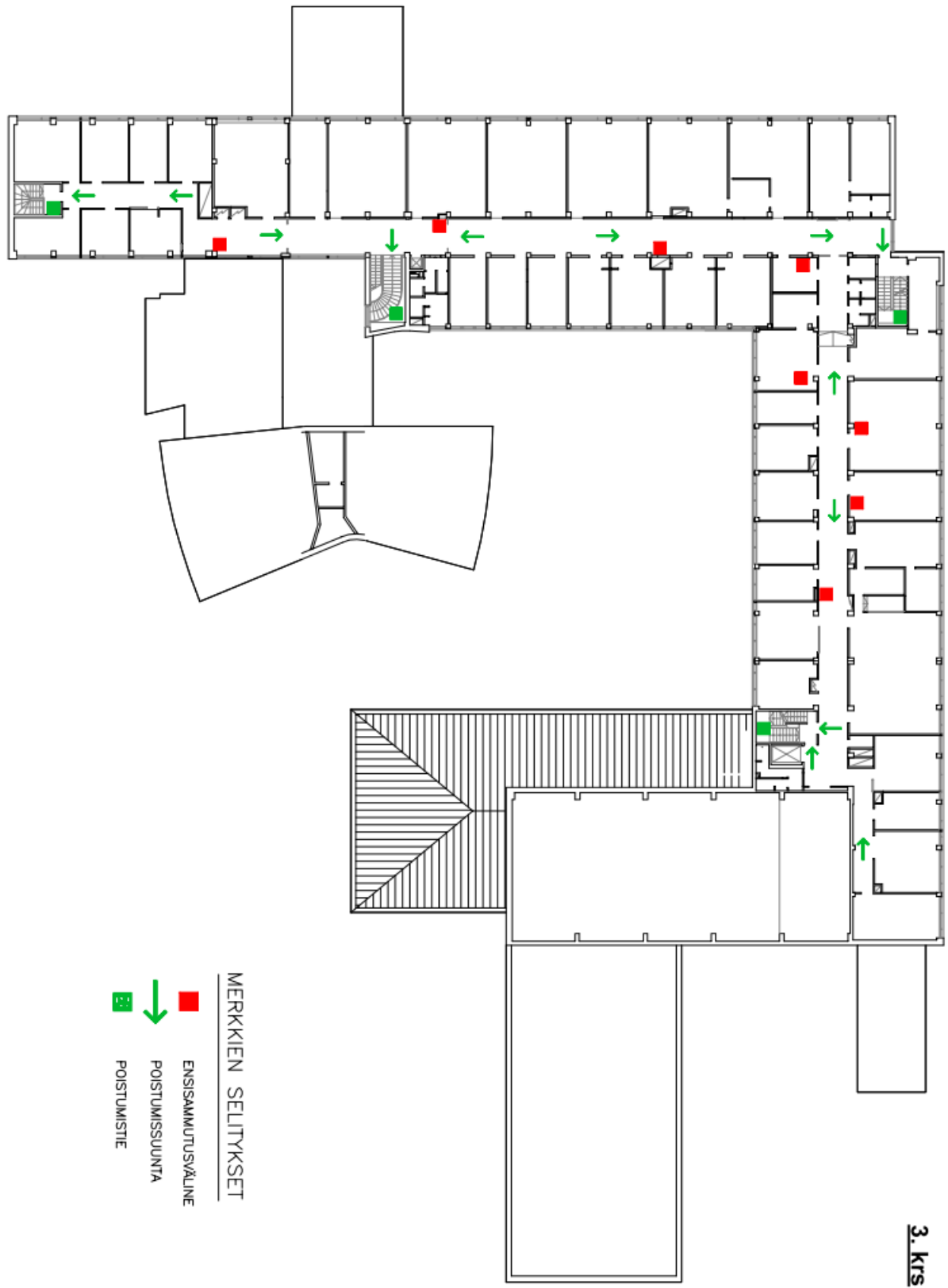
Ilmoita pommiuhkauksesta heti tämän jälkeen Lasse Walliukselle (**050 550 2013**) ja seuraavaksi poliisille **112**.











Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden korkeakoulu
Rakennustekniikan laitos



R-talon poistumisharjoitus

Harjoitusuunnitelma

11.10.2012

Marko Hämäläinen

POISTUMISHARJOITUS

Aika

17.10.2012 klo 13.15 – 15.00

Paikka

Rakentajanaukio 4a, 02150 Espoo

Aalto-yliopiston Rakennus- ja Ympäristötekniikan laitos

Osallistujat

Kiinteistön henkilöstö ja opiskelijat (n. 400 henkeä)

Aalto-yliopisto

VTT Palolaboratorio

Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitos

Tavoitteet:

Poistumisharjoituksen tavoitteena on testata kiinteistön pelastussuunnitelman toimivuutta käytännön tilanteessa. Erityisesti harjoituksen aikana tarkkaillaan kiinteistön suojeleorganisaation ja henkilökunnan/asiakkaiden toimintaa sekä johtokeskukseen luodun raportointijärjestelmän toimivuutta. Tarkkailijoiden havaintojen, kameratallenteiden sekä henkilöstön/asiakkaiden antaman palautteen pohjalta saadaan kartoitettua ne toiminnot, joissa on vielä kehittämisen varaa. Harjoituksesta saatujen tietojen pohjalta laaditaan kiinteistön pelastustoiminnan kehittämissuunnitelma.

Poistumisharjoituksen myötä pyritään kohottamaan henkilöstön turvallisuustietoisuutta sekä valmiuksia toimia oikein poikkeustilanteissa. Harjoitus tuo myös kiinteistön suojeleorganisaation tutuksi kaikille kiinteistössä toimiville.

Harjoitustilanne:

Rakennuksesta poistettu henkilö päättää palata rakennukseen ja pääsee sytyttämään tulipalon B-rappukäytävään portaiden alle. Savua tulvii porrashuoneeseen, jolloin:

- d) henkilökunta huomaa savun ja soittaa hätäkeskukseen
- e) henkilökunta huomaa savun ja ilmoittaa aluevastaavalle/vahtimestarille

Henkilö jatkaa kenenkään huomaamatta matkaansa Koehalliin, jossa hän sytyttää toisen tulipalon puuntyöstötilassa. Savu täyttää tilan, jolloin:

- f) savuilmaisimet antavat automaattisen hälytyksen

Henkilökunta aloittaa alkusammutustoimenpiteet, jotka tällä kertaa eivät kuitenkaan tuota tulosta.

Palohälyttimien alkaessa soida suojelevalvojat aloittavat tehtäviensä mukaiset toimenpiteet ja ohjaavat oman alueensa henkilöstön ulos lähintä poistumistietä käyttäen sekä tarkastavat, että kaikki tilat ovat tyhjiä. Henkilöstö siirtyy suorinta reittiä kokoontumispaikalle Arkkitehti laitoksen pääoven edustalla olevalle nurmikentälle piha-alueen valvojien ohjaamina. Mikäli sää on huono, siirtyy henkilöstö varakokoontumispaikalle Arkkitehti laitoksen pääaulaan.

Suojeleorganisaatio toimii omien tehtävänkuvauksensa mukaisesti.

Harjoitus tilanteessa tarkkailijat valvovat tilanteen etenemistä puuttumatta toimintaan. Tarkkailijat puuttuvat tilanteeseen vain, jos syntyy aitoja vaaratilanteita. Tällöin mahdolliset onnettomuudet pyritään ehkäisemään ja tilanteesta ilmoitetaan harjoituksen johdolle. Mikäli harjoituksen aikana sattuu todellinen onnettomuus, huudetaan kuuluvasti **TOSIVAARA**, sekä ilmoitetaan asiasta harjoituksen johdolle. Harjoitus keskeytetään ja ryhdytään tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin.

Harjoituksen johtaja ilmoittaa harjoituksen päättymisestä.

Lyhyt tiedotustilaisuus henkilöstölle pidetään kokoontumispaikalla. Tilaisuudessa käydään läpi harjoituksen kulku ja kiitetään henkilöstöä osallistumisesta. Samalla esitellään turvallisuusorganisaatio sekä kiinteistön oma suojeleorganisaatio. Tiedotustilaisuudesta henkilöstö siirtyy takaisin omille työpaikoilleen.

Tiedotustilaisuuden jälkeen suojeleorganisaatio, tarkkailijat sekä muut harjoitukseen osallistuneet tahot kokoontuvat palautekeskusteluun heille varattuun tilaan.

Harjoituksen eteneminen:

13.15–13.30 Tarkkailijoiden saapuminen paikalle / palaveri

13.30–14.00 Kameroiden synkronointi ja asennus

14.00–14.20 Tarkkailijat siirtyvät omille paikoilleen

14.25 Savukone päälle B-rapussa (savustus alkaa)

Ilmoitus aluevastaavalle/vahtimestarille / ilmoitus hätäkeskukseen

(14:30 Jos kukaan ei ole huomannut paloa tähän mennessä ja tehnyt ilmoitusta, laukaistaan savupanos puuntyöstötilassa)

(Automaattihälytys ilmaisimesta)

Poistumisen aloittaminen

Siirtyminen kokoontumispaikalle/varakokoontumispaikalle (mehutarjoilu)

Tiedotustilaisuus henkilöstölle

Siirtyminen takaisin sisätiloihin

Palautekeskustelu: suojelevalvojat, tarkkailijat, pelastuslaitos

Tarvikkeet:

Savukone

Digitaalikameroita 8 kpl

Jalustoja/kiinnikkeitä 8 kpl

Äänentoistolaitteet/megafoni (kokoontumispaikka)

Tarkkailijoiden muistiinpanot

Palautelomakkeet (kokoontumispaikka/s-postikysely)

Tarkkailijat/kamerat:

Tarkkailija 1: B-ovi

Tarkkailija 2: Sisäpiha/C- ja D-ovi

Tarkkailija 3: R2, R3, Kiltahuone ja ATK-ryhmätyötila poistumisovi sekä R1 ja kirjasto poistumisovi

Tarkkailija 4: A-ovi ja kokoontumispaikka

Kamera 1: A-ovi ulkoapäin

Kamera 2: A-oven tuulikaappi

Kamera 3: Ala-aula A-ovelle päin

Kamera 4: C- ja D-ovet

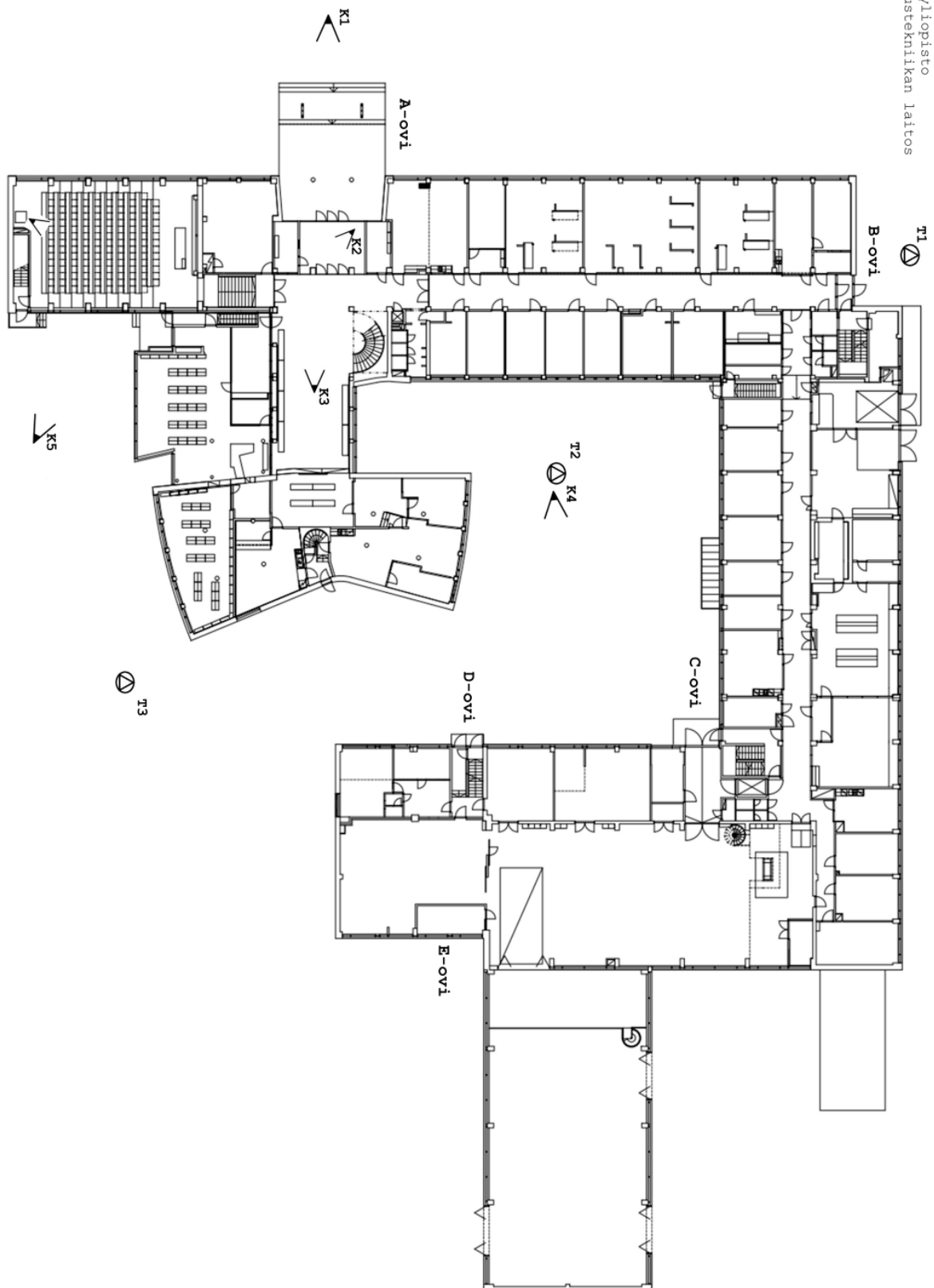
Kamera 5: R1 ja kirjaston poistumisovi

Kamera 6: Aulan kierreportaat

Kamera 7: B-rapun ovi toisessa kerroksessa

Kamera 8: Ylimääräinen käsivarakamera

Poistumisharjoitus
Aalto-yliopisto
Rakennusteknillinen laitos



Hämäläinen Marko

From: Hämäläinen Marko
Sent: Thursday, October 18, 2012 9:42 AM
To: 'ik-info@list.ayy.fi'; 'staff-eng@aalto.fi'
Subject: R-talon poistumisharjoitus

Eilen (keskiviikko 17.10.) iltapäivällä järjestettiin poistumisharjoitus R-talossa (Rakentajanaukio 4A). Keräsimme harjoituksen aikana dataa kameroihin ja tarkkailijoin tutkimuskäyttöä varten. Tähän liittyen haluaisimme harjoitukseen osallistuneilta vastauksia muutamiin kysymyksiin, jotka auttavat meitä jäsentelemään keräämäämme tietoa ja täyttämään muutamia aukkoja. Lähettäkää vastauksenne alla oleviin kysymyksiin osoitteisiin marko.h.hamalainen@aalto.fi sekä miikka.lehtimaki@aalto.fi. Jos ette olleet paikalla kiinteistössä harjoituksen aikana, voitte jättää tämän viestin huomiotta.

1. Millä tavalla tieto "tulipalosta"/poistumisesta saavutti sinut? (näin savua/sireeni/joku kertoi)
2. Missä olit kun hälytys saavutti sinut? (esim. huoneen/salin numero)
3. Mistä ovesta poistuit rakennuksesta?

Kiitoksia vastauksistanne! Niistä on meille suuri apu.

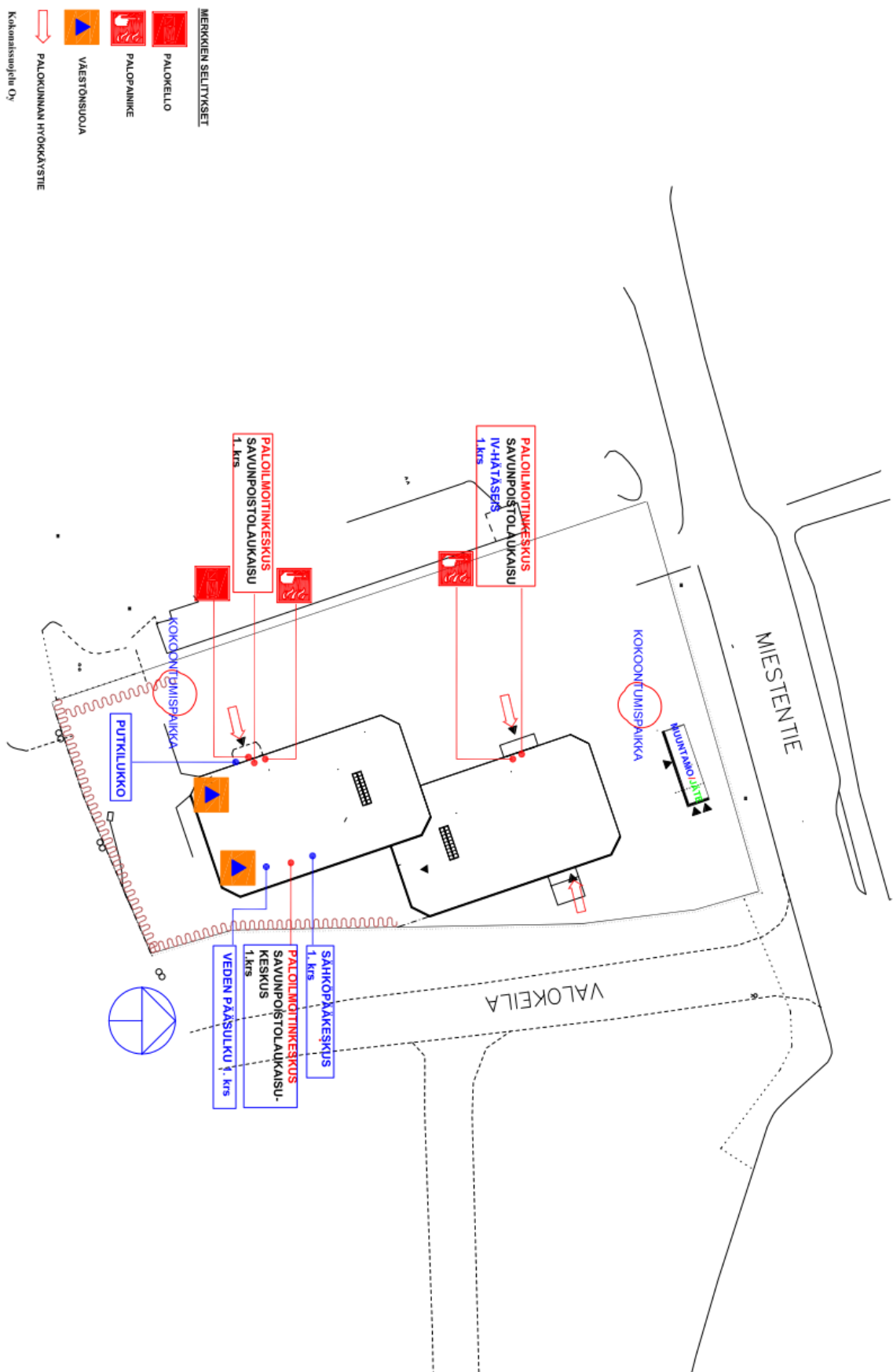
Marko Hämäläinen
Tutkimusapulainen/Assistentti
Rakennustekniikan laitos
Aalto-yliopisto

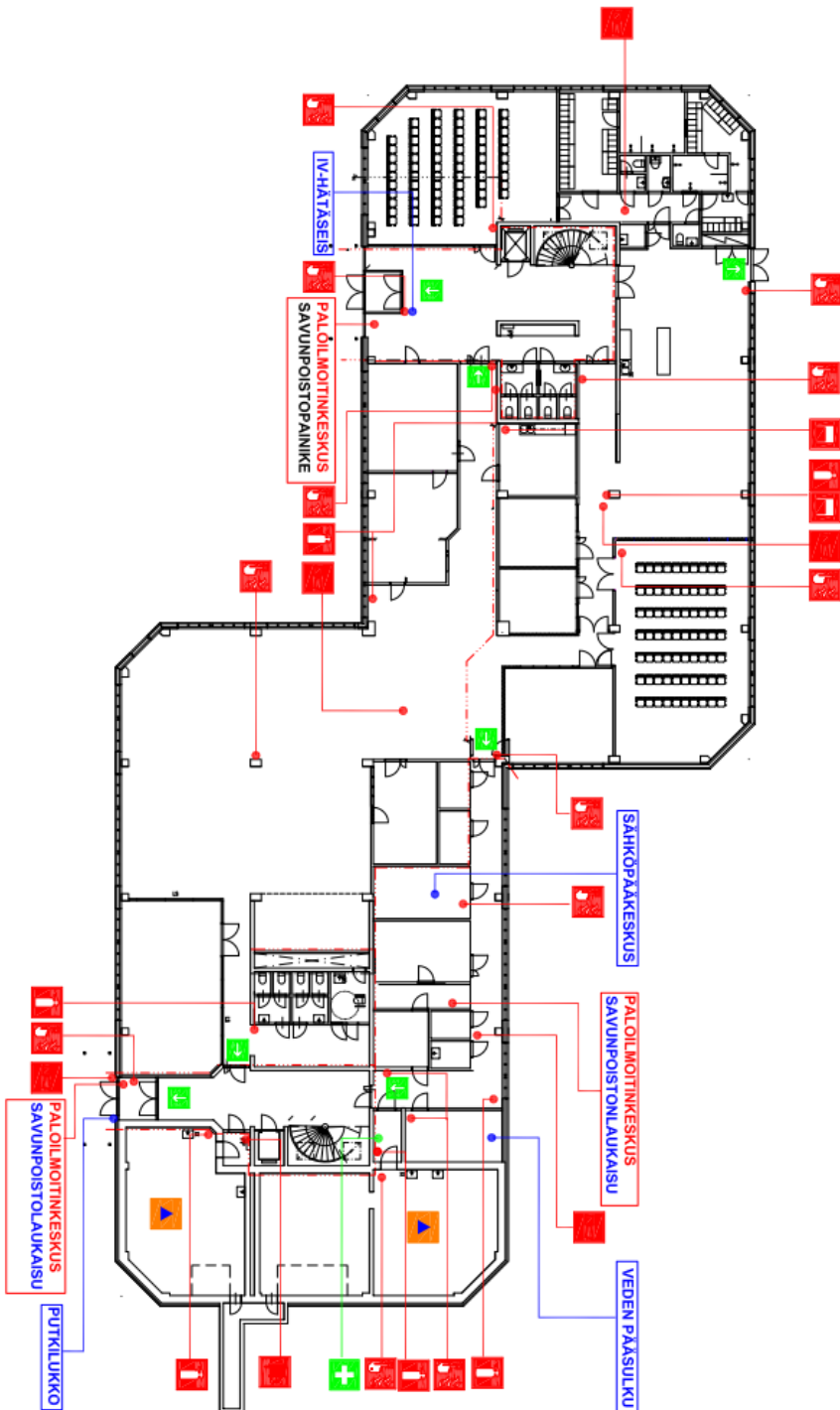
Yesterday (Wed 17th Oct) afternoon we had a fire drill at the Building of Civil and Environmental Engineering (Rakentajanaukio 4A). We collected data during the exercise with cameras and observers for research purposes. Regarding this we are asking all who took part in the fire drill to answer few questions that will help us to fill some gaps and to structure the collected information. Please answer the questions below and mail them to marko.h.hamalainen@aalto.fi and miikka.lehtimaki@aalto.fi. If you weren't in the building at the time of the fire drill please ignore this message.

1. How did you find out about the "fire"/need to evacuate? (you saw smoke/fire alarm/someone told me)
2. Where were you when the alert reached you? (e.g. room/auditorium number)
3. What door did you use to exit the building?

Thank you for your answers! They will help us greatly.










Marko Hämäläinen
Research/Teaching assistant
Department of Civil and Structural Engineering
Aalto University



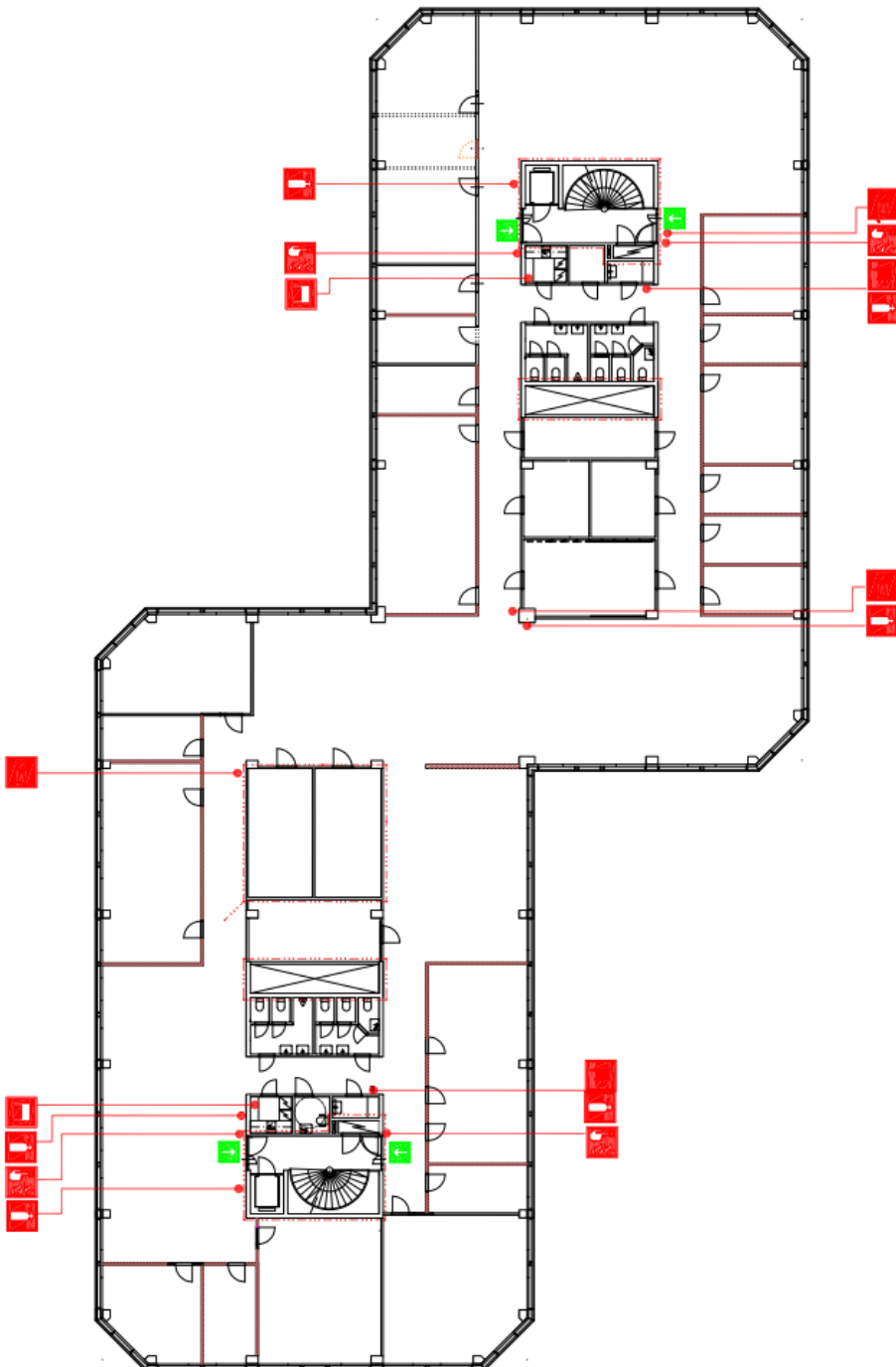




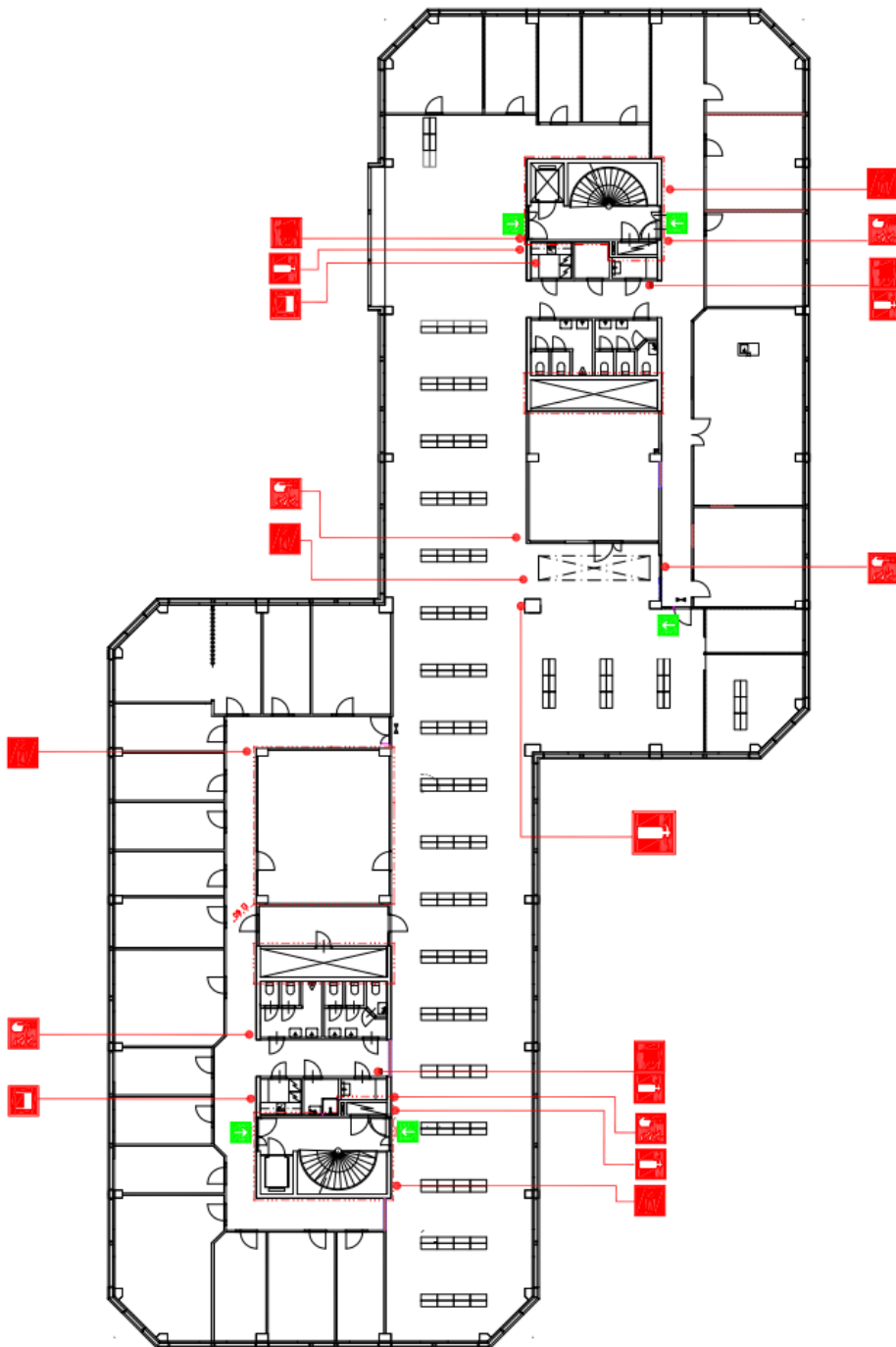
MERKKIEN SELITYKSET

-  KÄSIPAMPPU
-  PALOPÖRSTI
-  PALOPÄRRE
-  PALOKALYTN
-  SAMMUTUSPÖRRE
-  ENSIAPUKAAPPI
-  POSTUMASTE
-  POSTUMSSUUNTA
-  PALOKALYTN RAKA

Kokonaissuojelu Oy



MERKKIEN SELITYKSET	
	KASSAKAMUUTIN
	PALOPÖSTI
	PALOPÄÄNNE
	PALOHÄLYTIN
	SÄHMÖTURVITE
	ENSILÄÄKÄÄPI
	PORTINMÄSTI
	PORTINSSUUNTA
	VÄESTÖSUOJA
	Kokouskäsikirja Oy





KÄSISAMMUTIN

PALOPORTTI

PALOPANKKE

PALOKALYTN

SAMMUTUSPTE

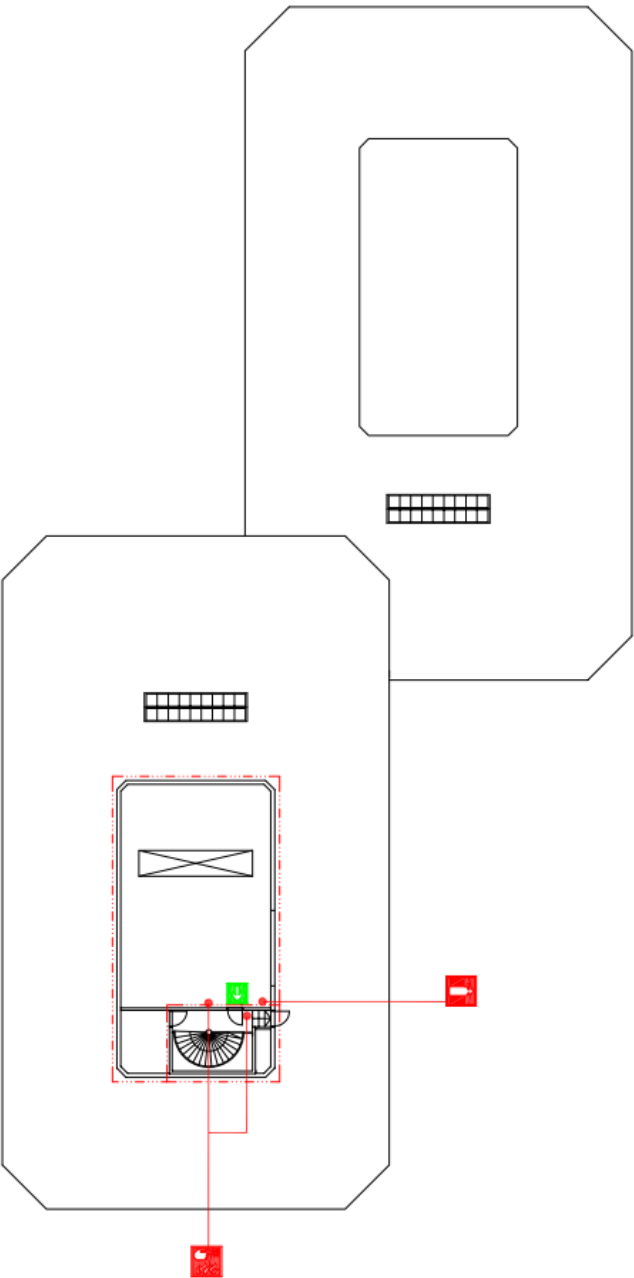
ENSAPAKKAAPPI

PORTTAMRTI

PORTTINSUUNTA

PALOKUJEN RAJA

Kokonaissuojelu Oy



&HEAD CHID='Case_5_2', TITLE='Kopiohuonepalon poistumisaika' /

Fire mesh(es). Grid cell size: $dx = dy = dz = 0.1$ m

&MESH IJK=390,470,28, XB= 0.0,39.0, 0.0,47.0, 0.0,2.8 /

&TIME T_END=600.0 /

Huomaa, että barokliinistä korjaustermiä ei käytetä paineratkaisun yhteydessä.

&MISC SURF_DEFAULT='FLOOR'/

&DUMP SMOKE3D=.TRUE.

NFRAMES=600,

DT_PART=3.0,

DT_HRR=3.0,

DT_SLCF=30.0,

DT_BNDF=15.0,

DT_PL3D=60.0,

DT_ISOF=1000000.0 /

&REAC ID= 'HEXANE',

FYI= 'C_6 H_14 heksaani, noki korjauksella 0.05 -> 0.091 g/g',

SOOT_YIELD= 0.091,

CO_YIELD= 0.01,

C= 6.0,

H = 14.0,

IDEAL= .TRUE.,

HEAT_OF_COMBUSTION = 44000.0 /

Poltin: 0.4 m korkea, 0.8 m x 0.8 m (0.64 m²) poltin, johon pitää asettaa HRRPUA 8359 kW/m², joka tuottaa vaaditun palotehon 5.35 MW. Anneta palolle myös kasvuaika t₂ (negatiivinen luku).

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=8359.4, TAU_Q=-300, COLOR='RASPBERRY' /

&OBST XB= 9.60,10.40, 6.70,7.50, 0.00,0.40, SURF_ID='INERT', COLOR='NAVY' /

&VENT XB= 9.60,10.40, 6.70,7.50, 0.40,0.40, SURF_ID='BURNER' /

&MATL ID= 'CONCRETE',

FYI='Quintiere, Fire Behavior',

CONDUCTIVITY=0.200,

SPECIFIC_HEAT=0.900,

DENSITY=2200.0 /

&MATL ID= 'GLASS_STEEL',

FYI='90/10 combination of COMSOL 4.1 built-in parameters',

CONDUCTIVITY=5.692,

SPECIFIC_HEAT=0.680,

DENSITY=2767.7 /

&MATL ID= 'WOOD_FIBERBOARD',

FYI='20/80 combination of SRMK C4 parameters',

CONDUCTIVITY=0.08,

SPECIFIC_HEAT=1.680,

DENSITY=290 /

&SURF ID='FLOOR', COLOR='SILVER',

MATL_ID='CONCRETE',

THICKNESS=0.3 /

&SURF ID='C_WALL', COLOR='GRAY',

MATL_ID='CONCRETE',

THICKNESS=0.15 /

&SURF ID='G_WALL', COLOR='BLUE',

MATL_ID='GLASS_STEEL',

THICKNESS=0.015 /

&SURF ID='EXTENSION', COLOR='GRAY',
MATL_ID='WOOD_FIBERBOARD',
THICKNESS=0.1 /

&SURF ID='COLUMN', COLOR='GRAY',
MATL_ID='CONCRETE', THICKNESS=0.4 /

Huomaa nyt, että huoneen seinät eivät välttämättä nyt osu
laskentahilan ulkoreunoihin eli on pakko tehdä
"legot" seinille.

Betoniseinien oletetaan olevan 15 cm paksut ja lasiseinien 1,5 cm, mutta nyt on
käytössä 10 cm laskentakopit eli eipä saa ihan tarkalleen virtauslaskentaan
tuon paksuisia seiniiä. Lämmönsiirto kyllä lasketaan annetulle seinän paksuudelle, koska
tämä paksuus määritetään seinäratkaisijalle SURF rivillä.

&OBST XB= 0.0,39.0, 2.0,5.2, 2.7,2.8, SURF_ID='C_WALL' / katto professorikäytävä

&OBST XB= 6.7,13.3, 0.0,2.0, 2.7,2.8, SURF_ID='C_WALL' / katto professorikäytävä,
syvennys 1

&OBST XB= 17.9,29.8, 0.0,2.0, 2.7,2.8, SURF_ID='C_WALL' / katto professorikäytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 3.3,5.9, 5.2,45.1, 2.2,2.3, SURF_ID='C_WALL' / katto toimistokäytävä

&OBST XB= 3.3,7.2, 45.1,47.0, 2.2,2.3, SURF_ID='C_WALL' / katto toimistokäytävä,
laajennus

&OBST XB= 5.8,10.9, 5.2,8.0, 2.7,2.8, SURF_ID='C_WALL' / katto kopiohuone

&OBST XB= 0.0,7.6, 2.0,2.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 12.1,18.0, 2.0,2.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 22.0,24.1, 2.0,2.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 28.6,39.0, 2.0,2.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 0.0,0.1, 2.1,5.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 0.0,3.4, 5.1,5.2, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 5.8,39.0, 5.1,5.2, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä

&OBST XB= 6.8,13.2, 0.0,0.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä, syvennys
1

&OBST XB= 6.7,6.8, 0.0,2.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä, syvennys
1

&OBST XB= 13.2,13.3, 0.0,2.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä,
syvennys 1

&OBST XB= 7.6,7.7, 2.0,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 1

&OBST XB= 9.85,9.95, 1.9,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 1

&OBST XB= 12.0,12.1, 2.0,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 1

&OBST XB= 18.0,29.7, 0.0,0.1, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 17.9,18.0, 0.0,2.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 23.0,23.1, 0.1,2.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 29.7,29.8, 0.0,2.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 18.0,18.1, 2.0,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 19.75,19.85, 1.9,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 21.9,22.0, 2.0,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 24.1,24.2, 2.0,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 26.35,26.45, 1.9,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 28.5,28.6, 2.0,2.5, 0.0,2.0, SURF_ID='EXTENSION' / lisäosa, prof.käytävä,
syvennys 2

&OBST XB= 3.3,3.4, 5.2,47.0, 0.0,2.2, SURF_ID='C_WALL' / seinä, toim.käytävä

&OBST XB= 5.8,5.9, 8.0,45.1, 0.0,2.2, SURF_ID='C_WALL' / seinä, toim.käytävä

&OBST XB= 5.8,7.2, 45.1,45.2, 0.0,2.2, SURF_ID='C_WALL' / seinä, toim.käytävä

&OBST XB= 7.1,7.2, 45.2,47.0, 0.0,2.2, SURF_ID='C_WALL' / seinä, toim.käytävä

&OBST XB= 5.8,5.9, 5.2,8.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, kopiohuone

&OBST XB= 5.9,10.9, 7.9,8.0, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, kopiohuone

&OBST XB= 10.8,10.9, 5.2,7.9, 0.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / seinä, kopiohuone

&OBST XB= 3.4,5.8, 5.1,5.2, 2.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / lippa, käytävien väli

&OBST XB= 7.6,12.1, 2.0,2.1, 2.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / lippa, prof.käytävän
syvennys 1

&OBST XB= 18.0,22.0, 2.0,2.1, 2.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / lippa, prof.käytävän
syvennys 2

&OBST XB= 24.1,28.6, 2.0,2.1, 2.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / lippa, prof.käytävän
syvennys 2

&OBST XB= 36.3,36.4, 2.1,5.1, 2.0,2.7, SURF_ID='C_WALL' / lippa, prof.käytävän palo-
ovi

&OBST XB= 3.4,5.8, 44.9,45.0, 2.0,2.2, SURF_ID='C_WALL' / lippa, toim.käytävän palo-
ovi

&OBST XB= 36.3,36.4, 2.1,5.1, 0.0,2.0, SURF_ID='G_WALL' / prof.käytävän palo-ovi

&OBST XB= 3.4,5.8, 44.9,45.0, 0.0,2.0, SURF_ID='G_WALL' / toim.käytävän palo-ovi

&OBST XB= 3.4,5.8, 5.1,5.2, 0.0,2.0, SURF_ID='G_WALL' / käytävien välinen palo-ovi

&OBST XB= 9.7,10.1, 1.5,1.9, 0.0,2.7, SURF_ID='COLUMN' / pilari

&OBST XB= 19.6,20.0, 1.5,1.9, 0.0,2.7, SURF_ID='COLUMN' / pilari

&OBST XB= 26.2,26.6, 1.5,1.9, 0.0,2.7, SURF_ID='COLUMN' / pilari

&HOLE XB= 8.3,9.2, 5.09,5.21, 0.0,2.0 / Professorikäytävän ovi

&HOLE XB= 4.0,5.2, 5.09,5.21, 0.0,2.0 / Käytävien väliovi

&VENT MB='YMIN',SURF_ID='OPEN' /

&VENT MB='YMAX',SURF_ID='OPEN' /

&VENT MB='XMIN',SURF_ID='OPEN' /

&VENT MB='XMAX',SURF_ID='OPEN' /

&VENT MB='ZMAX',SURF_ID='OPEN' /

Rakennuksessa on tarve ulkoilmavirralle, jota palvelevat käytävillä koneelliset korvausilmaventtiilit. SRMK:n normin D2 mukainen vaatimus toimistorakennuksen käytävän ulkoilmavirralla on 0,5 (dm³/s)/m². Puhaltimet on asetettu vastaamaan tätä tilavuusvirtaa.

&SURF ID='VENTILATION 1', VOLUME_FLUX=-0.048, COLOR='GREEN' /
toim.käytävän ulkoilmantarve m³/s

&SURF ID='VENTILATION 2', VOLUME_FLUX=-0.072, COLOR='GREEN' /
prof.käytävän ulkoilmantarve m³/s

&VENT XB= 4.425,4.775, 7.925,8.275, 2.2,2.2, SURF_ID='VENTILATION 1' /
toim.käytävän ilmastointi

&VENT XB= 13.025,13.375, 3.425,3.775, 2.7,2.7, SURF_ID='VENTILATION 2' /
prof.käytävän ilmastointi

Asetetaan tulosteet siten, että niillä tallennetaan kriittisten parametrien arvoja.

&SLCF PBX = 3.600, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&SLCF PBX = 4.600, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&SLCF PBZ = 1.500, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&SLCF XB=5.9,10.8, 6.55,6.55, 0.0,2.7, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&SLCF XB=8.35,8.35, 5.2,7.9, 0.0,2.7, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&SLCF XB=6.8,13.2, 1.0,1.0, 0.0,2.7, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&SLCF XB=18.0,29.7, 1.0,1.0, 0.0,2.7, QUANTITY = 'TEMPERATURE' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 46.0,46.0, 0.0,2.2, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_Du1' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 46.0,46.0, 0.0,2.2, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_Uu1' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 46.0,46.0, 0.0,2.2, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_Lu1' /

&DEVC XB=37.7,37.7, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_Du2' /

&DEVC XB=37.7,37.7, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_Uu2' /

&DEVC XB=37.7,37.7, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_Lu2' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 34.2,34.2, 0.0,2.2, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_D1' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 34.2,34.2, 0.0,2.2, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_U1' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 34.2,34.2, 0.0,2.2, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_L1' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 6.65,6.65, 0.0,2.2, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_D2' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 6.65,6.65, 0.0,2.2, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_U2' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 6.65,6.65, 0.0,2.2, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_L2' /

&DEVC XB=29.7,29.7, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_D3' /

&DEVC XB=29.7,29.7, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_U3' /

&DEVC XB=29.7,29.7, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_L3' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_Da' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', ID='T_Ua' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', ID='T_La' /

&DEVC XB=19.5,19.5, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_Db' /

&DEVC XB=19.5,19.5, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_Ub' /

&DEVC XB=19.5,19.5, 3.6,3.6, 0.0,2.7, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_Lb' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 23.5,23.5, 0.0,2.2, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='H_Dc' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 23.5,23.5, 0.0,2.2, QUANTITY='UPPER TEMPERATURE',
ID='T_Uc' /

&DEVC XB=4.6,4.6, 23.5,23.5, 0.0,2.2, QUANTITY='LOWER TEMPERATURE',
ID='T_Lc' /

Sisällytetään muutamaa pisteeseen termoelementtinäuha, jotta saadaan esille tilan lämpötilaprofiili.

(Profiili on tosin ilman säteilykorjausta, mutta ajaa asiansa)

```
&DEVC XYZ=4.6,3.6,0.3, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_0.3m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,0.6, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_0.6m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,0.9, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_0.9m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,1.2, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_1.2m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,1.5, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_1.5m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,1.8, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_1.8m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,2.1, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_2.1m' /  
&DEVC XYZ=4.6,3.6,2.4, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='aT_2.4m' /
```

```
&DEVC XYZ=19.5,3.6,0.3, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_0.3m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,0.6, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_0.6m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,0.9, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_0.9m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,1.2, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_1.2m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,1.5, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_1.5m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,1.8, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_1.8m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,2.1, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_2.1m' /  
&DEVC XYZ=19.5,3.6,2.4, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='bT_2.4m' /
```

```
&DEVC XYZ=4.6,23.5,0.3, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_0.3m' /  
&DEVC XYZ=4.6,23.5,0.6, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_0.6m' /  
&DEVC XYZ=4.6,23.5,0.9, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_0.9m' /  
&DEVC XYZ=4.6,23.5,1.2, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_1.2m' /  
&DEVC XYZ=4.6,23.5,1.5, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_1.5m' /  
&DEVC XYZ=4.6,23.5,1.8, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_1.8m' /  
&DEVC XYZ=4.6,23.5,2.1, QUANTITY='THERMOCOUPLE', ID='cT_2.1m' /
```

Optinen tiheys kiinnostaa meitä lähinnä normien mukaisella kriittisellä korkeudella (2 m).
Otamme kuitenkin pisteessä -b- optisen tiheyden profiilin.

&DEVC XYZ=4.6,3.6,2.0, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='aOD_2.0m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,0.3, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_0.3m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,0.6, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_0.6m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,0.9, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_0.9m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,1.2, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_1.2m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,1.5, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_1.5m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,1.8, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_1.8m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,2.0, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_2.0m' /

&DEVC XYZ=19.5,3.6,2.3, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='bOD_2.3m' /

&DEVC XYZ=4.6,23.5,2.0, QUANTITY='OPTICAL DENSITY', ID='cOD_2.0m' /

&TAIL /

Yleisiä ohjeita

- Pidä vierailija kortti esillä koko vierailun ajan.
- Pysäköi vain pysäköintiin osoitetuille paikoille.
- Tupakointi on sallittu vain merkityillä paikoilla.
- Valokuvaaminen ja videoiminen on kielletty ilman lupaa.
- Noudata saamiasi ympäristö- ja turvallisuusohjeita.

Palveluyhteystietoja

Kiinteistöpalvelu..... 050 385 6801
Päivystys (24h)

Ravintola Kvarkki..... 050 592 2673
Fazer Amica

Taksi..... 0100 0700

Taksia tilattaessa anna oikea osoite:
Rakentajanaukio 4A, Otaniemi



A!
Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

VIERAILIJAN TURVALLISUUSOHJE

Aulapalvelut puh. 050 362 8829

Luentokautena ma-to	7.45 - 20.00
(1.9. - 31.5.)	pe 7.45 - 18.00
Kesäaikaan ma-pe	8.00 - 16.00

TUTUSTU

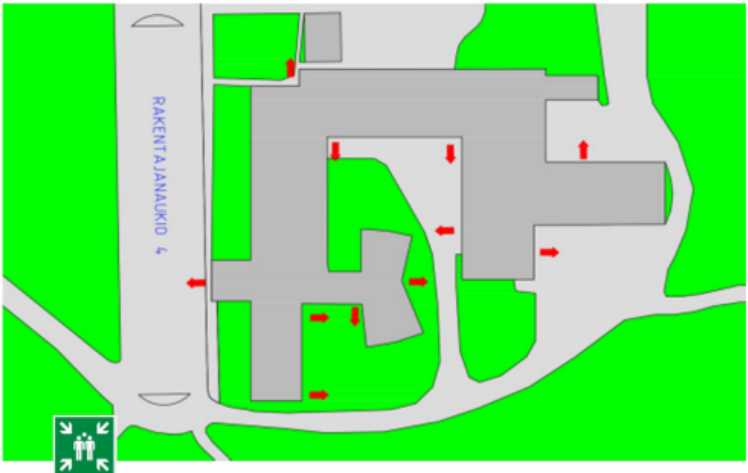
Saamaasi turvallisuusohjeeseen ja tarvittaessa pyydä selvennystä

HÄTÄNUMEROT

Yleinen hätänumero 112


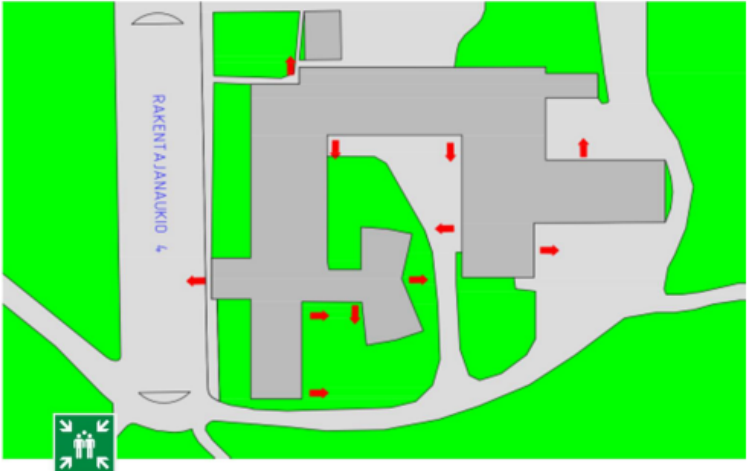
Toiminta hälytyksen soidessa

- Hälytyskellon ääni on jatkuva, kovaääninen pirinä.
- Noudata isäntäsi antamia poistumisohjeita.
- Poistu välittömästi rakennuksesta ja siirry kartalla merkittyyn kokoontumispaikkaan.
- Älä käytä hissejä.
- Toimi rauhallisesti ja odota lisäohjeita.
- Poistumistiet on merkitty opastein.



The map shows the building layout of Rakentajanaukio 4. Red arrows indicate the primary evacuation routes from various rooms to the exits. A legend in the bottom left corner shows a green square with a white running figure and an arrow pointing right, and a green square with a white running figure and an arrow pointing left.

General Instructions	Service Contacts	Aalto University School of Engineering									
<ul style="list-style-type: none">•Keep the safety manual with you the entire visit.•Park only in the assigned parking places.•Smoking is permitted only in designated places.•Photography and filming is forbidden without permission.•Follow the given environmental and safety instructions.	<p>Property Services..... 050 385 6801 (24h)</p> <p>Restaurant Kvarkki..... 050 592 2673 Fazer Amica</p> <p>Taxi..... 0100 0700</p> <p>When ordering a taxi give the correct address: Rakentajanaukio 4A, Otaniemi</p> <p>A! Aalto University School of Engineering</p>	<p>A! Aalto University School of Engineering</p> <p>VISITORS SAFETY MANUAL</p> <p>Lobby services tel. 050 362 8829</p> <table><tr><td>Lecture Period</td><td>Mon-Thu</td><td>7.45 - 20.00</td></tr><tr><td>(1.9. - 31.5.)</td><td>Fri</td><td>7.45 - 18.00</td></tr><tr><td>Summer</td><td>Mon-Fri</td><td>8.00 - 16.00</td></tr></table> <p>READ the given safety instructions and ask for clarification if necessary</p> <p>EMERGENCY NUMBER 112</p>	Lecture Period	Mon-Thu	7.45 - 20.00	(1.9. - 31.5.)	Fri	7.45 - 18.00	Summer	Mon-Fri	8.00 - 16.00
Lecture Period	Mon-Thu	7.45 - 20.00									
(1.9. - 31.5.)	Fri	7.45 - 18.00									
Summer	Mon-Fri	8.00 - 16.00									

Actions when the alarm rings	
<ul style="list-style-type: none">•The alarm sound is continuous, loud ringing.•Follow the evacuation instructions given by your host.•Exit the building immediately and go to the assembly point marked on the map.•Do not use the elevators.•Act calmly and wait for further instructions.•Exit routes are marked with signs. <p></p>	

Allmänna instruktioner

- Håll säkerhetsmanual med dig hela besöket.
- Parkera endast i de tilldelade parkeringsplatser.
- Rökning är tillåten endast på anvisade platser.
- Fotografi och filmning är förbjudet utan tillstånd.
- Följ de givna miljö-och säkerhetsinstruktioner.

Service kontakt

Fastighetservice 050 385 6801
Jouren (24h)

Restaurang Kvarkki..... 050 592 2673
Fazer Amica

Taxi..... 0100 0700

Vid beställning av en taxi ge rätt adress:
Byggarplatsen 4A, Otnäs

A!
Aalto-universitetet
Högskolan för
ingenjörsvetenskaper

A!
Aalto-universitetet
Högskolan för
ingenjörsvetenskaper

SÄKERHETSINSTRUKTIONERNA

Loungeservice tel. 050 362 8829

Föreläsning period mon-tor 7.45 - 20.00
(1.9. - 31.5.) fre 7.45 - 18.00

Sommartiden mon-fre 8.00 - 16.00

LÄSA
de givna säkerhetsinstruktionerna och
be om förtydligande om det behövs

NÖDNUMRET
112

Åtgärder när larmet ljuder

- Larmet är kontinuerligt, högt ringande.
- Följ evakuering instruktionerna från din värd.
- Avsluta omedelbart byggnaden och gå till uppsamlingsplatsen markerade på kartan.
- Använd inte hissar.
- Agera lugnt och invänta vidare instruktioner.
- Utrymningsvägar är markerade med skyltar.

